



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Departamento de Engenharia Mecânica e Industrial

Implementação da Metodologia 6 Sigma no Processo de Facturação

João Bairrão

Orientador: Professor Doutor José Requeijo

Dissertação de Mestrado

2010

Agradecimentos

Concluído este desafio, só me resta agradecer a todas as pessoas que passaram pela minha vida e contribuíram de diferentes formas para a realização deste tão desejado projecto. Seria impossível ter um agradecimento individual para cada pessoa, contudo existem algumas que contribuíram bastante e que o seu reconhecimento é imprescindível.

Em primeiro queria agradecer a todos os colaboradores da organização ISQ e em especial, à engenheira Fátima Leal e ao engenheiro José Medina pelas suas diversas contribuições, passagem de conhecimento, recolha de informação e abertura de portas dentro da instituição. A minha gratidão também à Diana Silva, Céu Campos, Rita Silva e Cristina Rodrigues, colaboradoras do ISQ.

A realização deste projecto deve-se em muito ao engenheiro Pedro Marques que para além de ter sido o impulsionador deste projecto, deu um grande apoio na compreensão da filosofia 6 Sigma e na mentalidade organizacional. A sua motivação e amizade foram essenciais para ultrapassar diversos obstáculos ao longo do percurso de desenvolvimento do projecto.

Impossível seria não agradecer o contributo valioso do orientador professor José Requeijo, cuja transmissão de conhecimentos de qualidade e das ferramentas e técnicas foram essenciais para o desenvolvimento desta dissertação. Agradeço-lhe também toda a motivação, confiança e amizade transmitida, não só no desenvolvimento deste projecto mas também ao longo do meu percurso académico e que me serão imprescindíveis na minha vida profissional.

Todo o esforço, sacrifício e dedicação empenhados neste projecto, foram fruto da compreensão, paciência e força transmitida pela minha família e amigos, da qual muitos momentos de alegria tiveram de ser adiados.

Sumário

Nos dias que correm, a vantagem competitiva de uma organização é um factor crucial para o sucesso do seu negócio, sendo que a melhoria dos seus processos, através da diminuição de defeitos, constitui uma vantagem significativa. Uma ferramenta bastante expressiva é a Metodologia 6 Sigma, que permite otimizar determinado processo até um nível de desempenho de 99,999660%, ou seja, 3,4 defeitos por milhão de oportunidades.

É objectivo desta dissertação aplicar a Metodologia 6 Sigma ao processo de facturação do sector Labmetro do ISQ, mais precisamente o método DMAIC, que permite através da aplicação de diversas técnicas e ferramentas, incrementar a qualidade nos serviços de facturação, diminuindo significativamente as respectivas reclamações.

Na fase de Definição são determinados todos os requisitos do projecto e compreendido de uma forma geral o problema em questão. Na fase de Medição é calculado o desempenho do processo através de uma amostra representativa, o que implica uma prévia identificação dos CTQ's. É na fase de Análise que se identificam as causas-raiz do problema, ou seja, as causas principais da ocorrência do problema. Relativamente à fase de Melhoria, nela são concebidas e implementadas soluções para a resolução das causas-raiz anteriormente identificadas. Por fim, na fase de Controlo são criadas ferramentas de controlo e monitorização com vista a actuar no processo quando este se desvia do normal desempenho.

Abstract

Nowadays, a competitive advantage of an organization is a crucial factor of business success. The process optimization through a reduction defects is a significant advantage. The 6 Sigma Methodology is a quite expressive tool that optimize certain process to a performance level of 99.999660%, i.e., 3.4 defects per million opportunities.

The objective of this dissertation is to apply the 6 Sigma Methodology to the invoices process in Labmetro Sector of ISQ, more precisely the DMAIC method that allows, through the applications of diverse techniques and tools, to increase the quality of the invoices service and reduce significantly the complaints.

In the Definition phase all project requirements are determined and in a general way the understanding of the problem. In the Measurement phase the performance process is calculated through a representative sample which implies a prior identification of the CTQ's. It's in the Analysis phase that the problem's root causes are identified, i.e., the main causes of the problem occurrences. Relatively to the Improvement phase, it is the conception and implementation of the solutions for the resolution of the root causes previously identified. Finally, in the Control phase are created control and monitoring tools in order to act in the process when it deviates from normal performance.

Simbologia e Notações

	Definição
APCER	Associação Portuguesa de Certificação
BD	Base de Dados
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures – Bureau Internacional de Pesos e Medidas
BRE	Boletim de Recepção de Entrada
BRS	Boletim de Recepção de Saída
CEO	Chief Executive Officer – Presidente ou Director geral
Cp_k	Índice de Capacidade do Processo
CTQ	Critical to Quality – Critico para a Qualidade
CTT	Correios, Telégrafos e Telefones
COBOL	Common Business Oriented Language – Linguagem Orientada aos negócios
DAF	Departamento de Administração e Financeiro
DFSS	Design For Six Sigma
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve and Control – Definição, Medição, Análise, Melhoria e Controlo
DMAIV	Define, Measure, Analyze, Improve and Verify – Definição, Medição, Análise, Melhoria e Verificação
DOE	Design Of Experiments – Desenho de Experiencias
DPMO	Defects Per Million Opportunities – Defeitos por Milhão de Oportunidades
DRE	Direcções Regionais do Ministério da Economia e Inovação
DRCI	Direcções Regionais das Regiões Autónomas da Madeira e Açores
DSI	Departamento de Sistemas Informáticos
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis – Análise do Modo de Falhas e seus Efeitos
I&D	Investigação e Desenvolvimento
I&R	Instaladores e Reparadores de Instrumentos de Medição
IPQ	Instituto Português da Qualidade
ISO	International Organization for Standardization – Organização Internacional de Normalização
ISQ	Instituto de Soldadura e Qualidade
IVA	Imposto sobre o Valor Acrescentado
KPIV	Key Process Input Variable – Variável de entrada do processo chave
KPOV	Key Process Output Variable – Variável de saída do processo chave
LIC	Limite Inferior de Controlo
LIE	Limite Inferior de Especificação
LSC	Limite Superior de Controlo
LSE	Limite Superior de Especificação
MSA	Measurement System Analysis – Análise do Sistema de Medição
OMV	Organismos de Verificação Metrológica
PIB	Produto Interno Bruto
QFD	Quality Function Deployment – Desdobramento da Função Qualidade
R&R	Repeatability and Reproducibility – Repetitividade e Reprodutividade
RACI	Responsible, Accountable, Consulted, Informed – Responsável, Executor, Consultado e Informado
ROI	Return On Investment – Retorno do Investimento
SAP	Systems, Applications and Products in Data Processing – Sistemas, Aplicativos e Produtos para Processamento de Dados
SCM	Serviços Concelhios de Metrologia
SI	Sistema de Informação

SIPOC	Suppliers, Input, Process, Output, Costumers – Fornecedor, entrada, processo, saída, Cliente
SMM	Serviços Municipais de Metrologia
SPC	Statistical Process Control – Controlo Estatístico do Processo
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats – Fortes, Fracos, Oportunidades, ameaças
VIM	Vocabulário Internacional de Metrologia
VOC	Voice Of the Customer – Voz do Cliente
WTO	World Trade Organization – Organização Mundial do Comércio
σ	Sigma

Índice Geral

1	CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO	1
1.1	JUSTIFICAÇÃO E MOTIVAÇÃO.....	1
1.2	OBJECTIVOS DA TESE.....	2
1.3	METODOLOGIA DE INVESTIGAÇÃO	3
1.4	ESTRUTURA DA TESE	4
2	CAPÍTULO 2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1	CONCEITOS	5
2.1.1	<i>Evolução História da Qualidade.....</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>Qualidade</i>	<i>8</i>
2.1.3	<i>Qualidade em Serviços.....</i>	<i>9</i>
2.2	PERSPECTIVA HISTÓRICA	10
2.3	METODOLOGIA 6 SIGMA	12
2.3.1	<i>Definição de 6 Sigma</i>	<i>15</i>
2.3.2	<i>CSF (Factores Críticos de Sucesso)</i>	<i>15</i>
2.3.3	<i>KPI (Indicador Chave de Desempenho)</i>	<i>17</i>
2.3.4	<i>Limitação da metodologia 6 Sigma</i>	<i>18</i>
2.3.5	<i>Diferenças entre projectos 6 Sigma no sector dos serviços e industria</i>	<i>19</i>
2.3.6	<i>Métricas 6 Sigma</i>	<i>20</i>
2.3.7	<i>CTQ (Critico para a Qualidade)</i>	<i>21</i>
2.3.8	<i>Suporte estatístico do 6 sigma.....</i>	<i>22</i>
2.3.9	<i>Implementação da metodologia 6 Sigma</i>	<i>25</i>
2.3.10	<i>A organização e o 6 Sigma</i>	<i>48</i>
2.4	O FUTURO DO 6 SIGMA.....	51
2.5	ÁREAS DOS SERVIÇOS A QUE SE PODE APLICAR PROJECTOS SEIS SIGMA.....	52
2.6	BENEFÍCIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA METODOLOGIA 6 SIGMA	53
2.7	NORMA ISO 9000 E O 6 SIGMA.....	58
2.7.1	<i>Definição e conceito das Norma ISO</i>	<i>58</i>
2.7.2	<i>Diferenças entre a Norma da série ISO 9000 e a Metodologia 6 Sigma</i>	<i>60</i>
2.7.3	<i>Relação entre o 6 Sigma e a Norma ISO 9000:2005</i>	<i>60</i>
3	CAPÍTULO 3 – A EMPRESA.....	66
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO	66
3.1.1	<i>História e estrutura da organização</i>	<i>66</i>
3.1.2	<i>Prestação de serviços.....</i>	<i>68</i>
3.1.3	<i>Áreas em que se desenvolvem os serviços do Labmetro</i>	<i>69</i>
3.1.4	<i>Certificações, Acreditações e Normas de qualidade</i>	<i>70</i>

3.2	METROLOGIA	71
3.2.1	Rastreabilidade Metrológica	72
3.2.2	Sistema Nacional de Metrologia.....	73
3.2.3	Estrutura de controlo metrológico.....	74
4	CASO DE ESTUDO.....	76
4.1	FASE DE DEFINIÇÃO.....	76
4.1.1	Seleção do projecto	76
4.1.2	Resumo do problema.....	77
4.1.3	Determinação das entradas e saídas do processo.....	77
4.1.4	Objectivos do serviço	78
4.1.5	Avaliação do projecto	78
4.1.6	Viabilidade do projecto.....	80
4.1.7	Definição da equipa de trabalho e suas funções	81
4.1.8	Identificação do projecto	83
4.1.9	Identificação e descrição do processo de serviço.....	84
4.2	FASE DE MEDIÇÃO	87
4.2.1	Estratificação do problema.....	87
4.2.2	Quantificação do problema	89
4.2.3	Análise de correlação dos motivos de reclamação	93
4.2.4	Identificação das características críticas para a qualidade (CTQ's – Critical to Quality).....	97
4.2.5	Determinação do actual desempenho do processo	102
4.2.6	Determinação das metas.....	105
4.3	FASE DE ANÁLISE	105
4.3.1	Análise do processo causador do problema	106
4.3.2	Identificação e organização das potenciais causas do problema	108
4.3.3	Confirmação da identificação das potenciais causas-raiz	114
4.3.4	Definição das causas-raiz do processo.....	117
4.3.5	Quantificação financeira das oportunidades de melhoria.....	118
4.4	FASE DE MELHORIA	122
4.4.1	Ideias e potenciais soluções.....	122
4.4.2	Análise custo-benefício	129
4.4.3	Prioritização das principais soluções	131
4.4.4	Plano de implementação das soluções em larga escala	135
4.5	FASE DE CONTROLO	138
4.5.1	Elaborar ferramentas e procedimentos de monitorização do processo	139
4.5.2	Difundir toda a informação, documentação, ferramentas e conhecimento aos colaboradores responsáveis pelo processo	140
5	CAPITULO – CONCLUSÕES.....	141

6	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	143
7	BIBLIOGRAFIA	145
8	WEBGRAFIA	150
9	APÊNDICE	151
	APÊNDICE I – FLUXOGRAMAS DOS DIVERSOS PROCESSOS DE FACTURAÇÃO E DE INTERACÇÃO	152
	APÊNDICE II – AMOSTRA DA DETERMINAÇÃO DO NÍVEL SIGMA	159
	APÊNDICE III – TABELA DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL REDUZIDA	164

Índice de Figuras

FIGURA 2.1 - EVOLUÇÃO DO CONCEITO DE QUALIDADE	7
FIGURA 2.2 - A VARIABILIDADE DO <i>OUTPUT</i> DEPENDENTE DA VARIABILIDADE DOS DIVERSOS <i>INPUT'S</i>	22
FIGURA 2.3 - DISTRIBUIÇÃO NORMAL COM LIMITES DE ESPECIFICAÇÃO A DISTAR 3σ	23
FIGURA 2.4 - DESVIO DE $\pm 1,5\sigma$ DO PROCESSO A LONGO PRAZO.....	24
FIGURA 2.5 - ESTRUTURA 6 SIGMA	25
FIGURA 2.6 - ETAPAS DE MELHORIA DO MÉTODO DMAIC	26
FIGURA 2.7 - FERRAMENTAS E TÉCNICAS GERALMENTE UTILIZADAS NA FASE DE DEFINIÇÃO.....	28
FIGURA 2.8 - FERRAMENTAS E TÉCNICAS GERALMENTE UTILIZADAS NA FASE DE MEDIÇÃO.....	30
FIGURA 2.9 - FERRAMENTAS E TÉCNICAS GERALMENTE UTILIZADAS NA FASE DE ANÁLISE	32
FIGURA 2.10 - FERRAMENTAS E TÉCNICAS GERALMENTE UTILIZADAS NA FASE DE MELHORIA.....	34
FIGURA 2.11 - FERRAMENTAS E TÉCNICAS GERALMENTE UTILIZADAS NA FASE DE CONTROLO.....	36
FIGURA 2.12 - LINHAS DE ORIENTAÇÃO NA IMPLEMENTAÇÃO DO MÉTODO DMAIC DA METODOLOGIA 6 SIGMA ..	37
FIGURA 2.13 - MÉTODO ICOV DO DFSS	39
FIGURA 2.14 - ESTRUTURA HIERÁRQUICA DO 6 SIGMA	48
FIGURA 2.15 - MODELO DE UM SISTEMA DE GESTÃO DA QUALIDADE BASEADO EM PROCESSOS	59
FIGURA 2.16 - PROCESSO DE ABORDAGEM	61
FIGURA 2.17 - CICLO PDCA	62
FIGURA 2.18 - INTEGRAÇÃO DO DMAIC NO CICLO PDCA	63
FIGURA 3.1 - ORGANOGRAMA DO ISQ	67
FIGURA 3.2 - CADEIA DE RASTREABILIDADE.....	72
FIGURA 3.3 - SISTEMA NACIONAL DE METROLOGIA	73
FIGURA 4.1 - PROCESSO E NEGÓCIO.....	78
FIGURA 4.2 - RELAÇÃO DE PROPORCIONALIDADE ENTRE FACTURAS EMITIDAS E RECLAMAÇÕES.....	79
FIGURA 4.3 - MATRIZ RACI.....	82
FIGURA 4.4 - DECLARAÇÃO DE PROJECTO	83
FIGURA 4.5 - DIAGRAMA SIPOC DO PROCESSO DE FACTURAÇÃO	86
FIGURA 4.6 - DIAGRAMA DE PARETO	91
FIGURA 4.7 - GRÁFICO CIRCULAR REPRESENTATIVO DA PERCENTAGEM DE CADA MOTIVO DE RECLAMAÇÃO	92
FIGURA 4.8 - DIAGRAMA DE AFINIDADES	94
FIGURA 4.9 - DIAGRAMA DE RELAÇÕES	96
FIGURA 4.10 - DIAGRAMA EM ÁRVORE DE FACTURAS EXTRAVIADAS	99
FIGURA 4.11 - DIAGRAMA EM ÁRVORE DE FACTURAS COM VALOR INCORRECTO.....	99
FIGURA 4.12 - DIAGRAMA EM ÁRVORE DE FACTURAS COM NOME DO CLIENTE ERRADO	100
FIGURA 4.13 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO GERAL	107
FIGURA 4.14 - DIAGRAMA DE ISHIKAWA.....	110
FIGURA 4.15 - MATRIZ CAUSA-EFEITO	112

FIGURA 4.16 - PROPORÇÃO DAS POTÊNCIAS CAUSAS-RAIZ NA AMOSTRA 1	114
FIGURA 4.17 - PROPORÇÃO DAS POTÊNCIAS CAUSAS-RAIZ NA AMOSTRA 2	115
FIGURA 4.18 - CURVA DE DISTRIBUIÇÃO NORMAL	116
FIGURA 4.19 - PROPORÇÃO DE RECLAMAÇÕES DO GRUPO "OUTROS" (AMOSTRA 1)	117
FIGURA 4.20 - PROPORÇÃO DE RECLAMAÇÕES DO GRUPO "OUTROS" (AMOSTRA 2)	117
FIGURA 4.21 - TEORIA DO ICEBERG.....	121
FIGURA 4.22 - OPÇÕES DE SOLUÇÕES PARA A RESOLUÇÃO DAS CAUSAS-RAIZ	132
FIGURA 4.23 - PLANEAMENTO E CALENDARIZAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA FACTURA ELECTRÓNICA	136
FIGURA 4.24 - PLANEAMENTO E CALENDARIZAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO DE INTERLIGAÇÃO DOS SERVIÇOS COM OS ORÇAMENTOS	138
FIGURA 9.1 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE ORÇAMENTAÇÃO	152
FIGURA 9.2 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE RECEPÇÃO DO EQUIPAMENTO	153
FIGURA 9.3 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DOS LABORATÓRIOS (CALIBRAÇÃO/ENSAIO DO EQUIPAMENTO)	154
FIGURA 9.4 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FACTURAÇÃO	155
FIGURA 9.5 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FACTURAÇÃO (CONTINUAÇÃO).....	156
FIGURA 9.6 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DA EXPEDIÇÃO DO EQUIPAMENTO.....	157
FIGURA 9.7 - FLUXOGRAMA DO PROCESSO DA DAF.....	158
FIGURA 9.8 - TABELA DA DISTRIBUIÇÃO NORMAL REDUZIDA	164

Índice de Tabelas

TABELA 2.1 - EVOLUÇÃO DA METODOLOGIA 6 SIGMA	12
TABELA 2.2 - PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE O SECTOR DOS SERVIÇOS E O SECTOR DA PRODUÇÃO	20
TABELA 2.3 - NÍVEL SIGMA DE CURTO PRAZO Vs. DPMO NUM PROCESSO COMPOSTO POR 1 COMPONENTE.....	23
TABELA 2.4 - NÍVEL SIGMA DE LONGO PRAZO Vs. DPMO NUM PROCESSO COMPOSTO POR 1 COMPONENTE	24
TABELA 2.5 - POTENCIAIS ÁREAS DOS SERVIÇOS A QUE SE PODE APLICAR PROJECTOS SEIS SIGMA.....	53
TABELA 2.6 - DIFERENÇA ENTRE O DESEMPENHO A 99% E A 99,9997%.....	54
TABELA 2.7 - EXEMPLO DE BENEFÍCIOS E RESULTADOS DE ALGUMAS ORGANIZAÇÕES	57
TABELA 4.1 - FACTURAS RECLAMADAS POR SECTOR DE ACTIVIDADE	79
TABELA 4.2 - QUANTIFICAÇÃO DAS RECLAMAÇÕES POR TIPO	91
TABELA 4.3 - CTQ'S (CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS PARA QUALIDADE)	101
TABELA 4.4 - ANÁLISE DA AMOSTRA PARA O CÁLCULO DO ACTUAL DESEMPENHO DO PROCESSO.....	103
TABELA 4.5 - ASSOCIAÇÃO DO NÍVEL SIGMA COM O DPMO E O DESEMPENHO	105
TABELA 4.6 - ANÁLISE DA AMOSTRA 1 RELATIVAMENTE À OCORRÊNCIA DAS POTENCIAIS CAUSAS-RAIZ.....	114
TABELA 4.7 - DADOS DAS AMOSTRAS 1 E 2.....	116
TABELA 4.8 - DETERMINAÇÃO DA POSSIBILIDADE DE REJEIÇÃO DE H_0	116
TABELA 4.9 - CUSTOS COM O REENVIO DAS FACTURAS RECLAMADAS	119
TABELA 4.10 - CUSTOS ASSOCIADOS AOS COLABORADORES QUE TRATAM DAS FACTURAS RECLAMADAS	119
TABELA 4.11 - CUSTOS RELATIVOS AOS VALORES EM DIVIDA.....	120
TABELA 4.12 - RESUMO DAS POTÊNCIAS SOLUÇÕES.....	129
TABELA 4.13 – CUSTOS DE FACTURA EM PAPEL Vs. FACTURA ELECTRÓNICA.....	131
TABELA 4.14 - MATRIZ DE PRIORIDADES DOS CRITÉRIOS.....	133
TABELA 4.15 - MATRIZ DE PRIORIDADES DAS OPÇÕES REFERENTE AO CRITÉRIO A.....	133
TABELA 4.16 - MATRIZ DE PRIORIDADES DAS OPÇÕES REFERENTE AO CRITÉRIO B	133
TABELA 4.17 - MATRIZ DE PRIORIDADES DAS OPÇÕES REFERENTE AO CRITÉRIO C	133
TABELA 4.18 - MATRIZ DE PRIORIDADES DAS OPÇÕES REFERENTE AO CRITÉRIO D.....	134
TABELA 4.19 - COEFICIENTES DE PONDERAÇÃO DAS OPÇÕES POR CRITÉRIOS.....	134
TABELA 4.20 - MATRIZ DE PRIORIDADES DAS OPÇÕES Vs. CRITÉRIOS	134
TABELA 9.1 - QUANTIFICAÇÃO DAS OCORRÊNCIAS DE FACTURAS RECLAMADAS NA AMOSTRA	159

1 Capítulo 1 – Introdução

1.1 Justificação e Motivação

Qualidade é o que todos os clientes pretendem quando adquirem produtos ou serviços a determinada organização. Para que os produtos ou serviços adquiridos satisfaçam as exigências do consumidor, é necessário que as organizações os disponibilizem com determinadas propriedades, de forma a permitir realizar as suas funções especificadas. É com este princípio, que cada vez mais as empresas portuguesas têm apostado nos seus processos de forma a adquirirem uma vantagem competitiva em relação à concorrência, nacional e internacional.

A metodologia 6 sigma afirma-se como uma poderosa ferramenta de melhoria de processos, uma vez que tem como principal objectivo a diminuição de defeitos, aumento da qualidade dos produtos e serviços e consequentemente melhoria dos resultados operacionais das organizações. Com a crescente popularidade dos resultados adquiridos pelas organizações pioneiras da metodologia 6 sigma, como sejam a Motorola, General Electric, Allied Signal entre outras, houve nos últimos anos um crescente interesse por parte das organizações portuguesas em implementar e desenvolver esta metodologia nos seus processos. Assim foi dado a oportunidade de desenvolver esta metodologia numa organização prestigiada pelo rigor e qualidade e que poderá ser uma base para futuros projectos 6 sigma.

A direcção pela área de metrologia no ISQ identificou três potencia projectos:

- Redução do número de revisões dos certificados/relatórios de calibração e ensaio;
- Optimização dos serviços dos laboratórios;
- Redução do número de reclamações por parte dos clientes.

Após análise da exequibilidade dos projectos e de acordo com o plano de estratégia da área seleccionou-se o projecto que consistia em reduzir o número de reclamações uma vez que permite:

- Aumentar a satisfação do cliente;
- Diminuir custos;
- Aumentar a confiança dos colaboradores;

- Representar a eficiência e eficácia da organização.

1.2 Objectivos da tese

O objectivo com a realização desta dissertação é a análise ao processo de facturação do ISQ (Instituto de Soldadura e Qualidade), mais precisamente no Labmetro (área da metrologia), uma vez que possui um índice bastante significativo de reclamações de facturas por parte do cliente. Este estudo vai recair tanto no processo de facturação como também em todos os processos que se relacionam com este. Um procedimento incorrecto ou uma informação errada pode originar um defeito na factura, que posteriormente será visualizada pelo cliente.

Assim, como o processo de melhoria, será utilizada a Metodologia 6 Sigma, que corresponde a uma técnica desenvolvida para a eliminação de defeitos no processo através da redução da sua variabilidade. A implementação desta metodologia será realizada a partir do método DMAIC, que se decompõem em cinco fases:

- Definição (*Define*) – Definição dos requisitos do projecto, da equipa de trabalho, objectivos e conhecimento superficial do problema;
- Medição (*Measument*) – Determinação da variabilidade do processo, de forma a medir o nível sigma correspondente;
- Análise (*Analyze*) – identificação das principais causas do problema;
- Melhoria (*Improve*) – Desenvolvimento de ideias e soluções para a resolução do problema e posterior implementação das principais acções de melhoria;
- Controlo (*Control*) – Desenvolvimento de ferramentas de monitorização do processo e controlo a longo prazo.

A implementação desta metodologia será essencial tanto na melhoria do processo de facturação, como dos processos que lhe estão relacionados. Essa melhoria será traduzida na redução dos defeitos de factura, incremento de robustez no processo e aumento substancial da satisfação do cliente, uma vez que é esta a base de todo o negócio.

1.3 Metodologia de investigação

A metodologia seguida na investigação e análise deste projecto será de acordo com o método aplicado, ou seja de acordo com os objectivos de cada fase do DMAIC. Assim, a realização desta dissertação divide-se numa primeira etapa no estabelecimento da equipa de trabalho, definição de objectivos e principalmente numa compreensão simples do problema em questão. Posteriormente realizar-se-á uma recolha de dados do processo de facturação de forma a controlar o número médio de reclamações de facturas. Compreender-se-á quais as causas-raiz que condicionam o problema e será proposto à administração do ISQ um leque de soluções com as devidas prioritizações. Relativamente à fase de controlo, será estabelecido um horizonte temporal para uma possível medição do processo, de forma a controlar e monitorizar o processo. Contudo esta fase não será muito abordado na dissertação, uma vez o tempo de implementação das respectivas acções de melhoria é incompatível com o horizonte temporal de 6 meses.

A informação recolhida sobre as reclamações do cliente terá como suporte a Base de Dados das Reclamações, e permitirá compreender de entre todos os tipos de motivos de reclamação, quais são os que apresentam maior índice de ocorrência.

A recolha dos dados será realizada por amostras aleatórias e representativas da população de facturas e será suportada pela Base de Dados Labmetro e o sistema SAP. Após a recolha desta informação serão analisadas todas as facturas e tipificadas segundo os diferentes motivos de reclamação. Por fim, será calculada a instabilidade e variabilidade do processo, permitindo compreender as principais causas do problema e gerar um conjunto de soluções para as suas resoluções. Estas soluções são baseadas na análise das principais causas do problema e apesar de ser necessário a hierarquização das mesmas, compete à administração do ISQ determinar quais as que mais convêm à organização.

1.4 Estrutura da tese

A dissertação encontra-se organizada em sete capítulos:

No capítulo 1 será descrito de uma forma resumida o enquadramento deste projecto, os objectivos a cumprir, a metodologia de investigação a ser seguida e a estrutura da tese.

No capítulo 2 será abordada a metodologia 6 Sigma e as principais ferramentas de suporte ao método DMAIC que serão desenvolvidas na dissertação. Será também descrito o enquadramento histórico da metodologia, os diversos indicadores e factores decisivos na implementação de uma metodologia deste tipo, os conceitos chave, o enquadramento organizacional, o futuro esperado para esta metodologia e uma descrição dos benefícios esperados.

De maneira a conhecer o âmbito do projecto, o capítulo 3 abordará a caracterização da organização que o suporta, descrevendo a sua história e estrutura organizacional, o sector em que está inserida e os serviços que disponibiliza aos seus clientes. Neste capítulo será também abordado de forma resumida, os conceitos da metrologia, uma vez que é o sector em que a organização se encontra a actuar.

O capítulo 4 será reservado ao desenvolvimento do caso de estudo, aplicando as 5 fases do método DMAIC, como também a utilização das ferramentas que mais se apropriam a cada fase do método aplicado a este projecto. Serão realizadas diversas análises com objectivo de identificar os principais problemas e conceber um conjunto de soluções para os resolver.

No capítulo 5 serão apresentadas as conclusões a que se chegou, salientando a identificação das principais causas do problema e a concepção das respectivas soluções de resolução.

O capítulo 6 está reservado à descrição de sugestões para futuros projectos baseados nesta dissertação. Com as análises efectuadas é possível identificar subprojectos que poderiam ser realizados de forma a otimizar o respectivo processo. É neste princípio que se baseia este capítulo.

2 Capítulo 2 – Revisão bibliográfica

Este capítulo tem como objectivo expor numa primeira fase a definição de conceitos fundamentais sobre o âmbito em que a dissertação está inserida. Posteriormente será abordado a origem e a história da metodologia 6 sigma, bem como o seu processo de evolução. Serão abordados tanto os pontos-chave da criação e desenvolvimento da metodologia, como as perspectivas de vários autores do processo evolutivo da mesma. Numa segunda fase será feita a descrição pormenorizada da metodologia, começando na definição, passando pelo suporte estatístico e acabando no processo de implementação numa organização. Por fim, especular-se-á sobre o futuro do 6 sigma (baseado em artigos científicos), perceber-se-á os reais benefícios da implementação deste tipo de metodologia nas organizações e finalmente será feita a articulação entre esta metodologia e a normas ISO 9000.

2.1 Conceitos

2.1.1 Evolução História da Qualidade

Em resposta à questão “o que é a qualidade?”, como parte de um relatório sobre o *Baldrige Nacional Quality Award*, o *Council on Competitiveness* (uma associação de CEO’s e presidentes de universidades), Link e Scott (2001) exprimem que a “qualidade dos dias de hoje é melhor entendida como princípios e métodos para a melhoria do desempenho das organizações em atingir os seus objectivos”. Embora não exista uma única definição fixa do conceito de qualidade, é unânime a existência de vários factores que condicionam o sucesso de um sistema de qualidade:

- Satisfação do cliente;
- Liderança ao nível executivo;
- Envolvimento dos colaboradores.

A não existência de uma definição formal e única de Qualidade deve-se em grande parte à evolução da mesma, que continua constantemente em alteração e expansão. A revolução industrial ocorrida no século XVIII, possibilitou a proliferação das fábricas indústrias que no final do século XIX permitiam já colocar no mercado produtos a baixo preço e

consequentemente aumentar a procura. Assim a única preocupação era satisfazer a procura através da melhoria da capacidade de produção, o que levou a um impacto negativo na qualidade dos produtos.

Com a primeira Guerra Mundial, começou a ocorrer falhas nos equipamentos militares, o que causava a sua inaptidão para o exercício pretendido. Assim desenvolveram-se departamentos de inspecção para garantir o cumprimento das suas especificações, descrevendo a qualidade nesta época como um exercício de inspecção.

Entre o fim da 1ª e começo da 2ª Guerra Mundial são desenvolvidas técnicas estatísticas de avaliação e controlo da qualidade dos produtos e processos, em especial as cartas de controlo desenvolvidas por Walter Shewhart, em que estas permitiam identificar e distinguir causas comuns de causas especiais de variação.

Após o fim da guerra, os E.U.A começaram a preocupar-se com o desempenho do processo e do produto ao longo do seu tempo de vida, desenvolvendo-se estudos estatísticos sobre a fiabilidade dos produtos e dos seus componentes. A qualidade nesta época era então encarada como uma medida de desempenho e os departamentos de qualidade das empresas realizavam tarefas de inspecção, teste, aplicação de técnicas estatísticas e auditorias.

Anos mais tarde, Armand Feigenbaum introduziu o conceito de Qualidade Total, que consiste num sistema de controlo do processo de produção, de forma a obter produtos e serviços que satisfazem as necessidades dos clientes ao menor custo e com a maior qualidade. Este conceito defendia o lema de “fazer bem à primeira”, ou seja, todos os departamentos da empresa estavam responsáveis pela qualidade não sendo desta forma imputado exclusivamente ao departamento da qualidade.

Entre os anos 60 e 80 dá-se a fase da Garantia da Qualidade, que consistia no planeamento e implementação de acções que garantissem a confiança em determinada organização no que diz respeito à produção de bens e/ou serviços de acordo com as exigências dos clientes.

A entrada dos produtos Japoneses, aliado à abertura dos mercados internacionais, como a criação do espaço económico europeu, possibilitou uma maior competitividade entre organizações e consequentemente um maior desenvolvimento das mesmas. De forma a garantir a fidelidade dos seus clientes, as empresas apostavam mais na satisfação das necessidades e exigências do consumidor, levando a tornarem-se cada vez mais flexíveis para

a constante mudança de produtos. Este desejo pelo alcance da excelência levou as organizações a adoptar a filosofia da Gestão pela Qualidade Total (TQM – *Total Quality Management*).

Há que salientar a importante contribuição do Japão para a evolução da qualidade a nível mundial. Após o fim da 2ª Guerra Mundial, a crise económica e social instalou-se no país, levando a JUSE (*Union of Japanese Scientists and Engineers*) a contratar Edwards Deming e Joseph Juran para integrar a equipa de formação de um dos programas oferecidos às empresas. As organizações ao começarem a implementar os princípios da qualidade, permitiram um aumento significativo da competitividade nacional e internacional ao oferecer produtos de qualidade a custos mais baixos.

A qualidade ao longo da história teve diversas etapas de evolução, desde a inspecção até ao TQM figura (2.1):

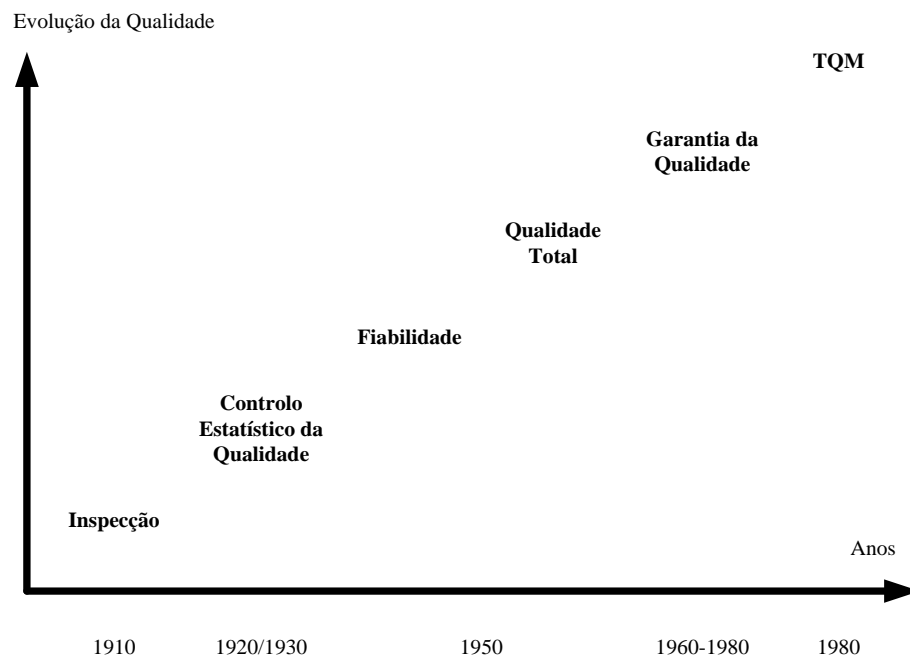


Figura 2.1 - Evolução do conceito de qualidade

2.1.2 Qualidade

O conceito de qualidade é bastante volátil, uma vez que é aplicado em múltiplos sentidos, podendo ser distinto consoante o modo de aplicação de pessoa para pessoa. Apesar de não existir uma convergência na definição de qualidade, existem contudo algumas definições de diversos especialistas (“gurus”) que se adaptam à maioria das situações:

Philip B. Crosby, define qualidade como “conformidade com os requisitos” juntamente com o lema “fazer bem à primeira” e com o objectivo pela procura dos zero defeitos (Beckford, 2002).

Edwards Deming, define qualidade como um processo de “melhoria contínua”, baseado no conhecimento próprio, do processo e da sociedade. Acredita que avaliação do processo ou das actividades deve ser realizada por métodos estatísticos e não na experiência empírica (Deming, 2000). Define ainda qualidade como o “grau de satisfação do cliente”. Deming propõem 14 pontos essenciais à gestão para alcançar a qualidade total (Beckford, 2002).

Para Joseph M. Juran, qualidade é “o que relaciona a avaliação de um produto ou serviço com a sua capacidade de satisfazer uma determinada necessidade”, ou seja, “aptidão para o uso” (Noronha, 2007). Por outro lado, acredita que “a qualidade não acontece por acidente, tem de ser planeada”, presumindo assim que a gestão é a chave para ir ao encontro da qualidade através do planeamento, controlo e melhoria, “Trilogia de Juran” (Juran & Godfrey, 2000).

Armand Feigenbaum introduziu o conceito de Qualidade Total como um sistema de controlo do processo de produção, em que a qualidade é um processo global que abrange toda a organização e o objectivo é satisfazer as necessidades do cliente ao mais baixo custo (Montgomery, 2001).

Segundo Taguchi, “A Qualidade de um produto determina-se pela perda económica imposta à sociedade a partir do momento em que o produto está pronto para ser distribuído”, sendo que é possível minimizar este factor, pela actuação no processo de concepção e desenvolvimento de produtos e serviços. Esta perspectiva possibilita produzir produtos e serviços com maior robustez aos factores externos e internos (Pereira & Requeijo, 2008).

Muitos outros como Kaoru Ishikawa e Shigeo Shingo, contribuíram com grande relevo para a definição e evolução da qualidade por todo o mundo, concebendo diversas ferramentas e técnicas de qualidade.

2.1.3 Qualidade em Serviços

Um produto é considerado por Schwartz (Stamatis, 1996) como a transformação de matéria-prima e energia em uma forma ou objecto, num determinado local e num determinado tempo. Contudo, a palavra “produto” pode representar o resultado de determinada actividade, sendo que assim é possível distinguir duas classes:

- Produto tangível que representa um bem físico;
- Produto intangível que é representado pelo serviço.

É desta forma que Kocler (Stamatis, 1996) define serviço como “ um acto ou desempenho que uma parte pode oferecer a outra, essencialmente intangível, não resultando na propriedade de coisa alguma e podendo a sua produção estar, ou não, ligada à existência de um produto físico.” A verdade é que não existe uma definição consensual, mas existe um ponto de concordância, a representação de um produto incorpóreo. A realização de um serviço pode estar dependente de pessoas ou de equipamentos, ou seja, o serviço pode ser caracterizado pela actividade desempenhada por uma pessoa ou por um equipamento totalmente automático como por exemplo as lavagens automáticas de carros. Outro aspecto a ter em atenção é que o cliente pode estar presente ou não, ou seja, o serviço pode ser prestado directamente ao cliente ou então pode ser prestado a um bem do cliente, não necessitando desta forma da sua presença.

Relativamente à qualidade no sector dos serviços, o principal factor determinante é a opinião e satisfação do cliente, sendo ambos decisivos para o sucesso de negócio de organizações prestadoras de serviços. O principal desafio destas organizações é atender às necessidades dos clientes mantendo-se economicamente competitivas. A qualidade nos serviços pode ser desenvolvida segundo os seguintes aspectos (Stamatis, 1996):

- Tolerânciamento e optimização do nível dos parâmetros controláveis;
- Análises de capacidade do processo e do sistema de medição;

- Controlo estatístico do processo.

O uso das boas práticas da qualidade nos serviços para:

- Compreender e melhorar os processos operacionais;
- Identificar problemas rapidamente e de forma sistemática;
- Estabelecer medidas de desempenho válidos e confiáveis;
- Medir a satisfação do cliente e os resultados de desempenho.

2.2 Perspectiva histórica

A definição de 6 Sigma pode ser complicada, uma vez que representa uma metodologia que envolve a resolução de problemas, focalização na optimização e mudança cultural. A variedade de definições da metodologia 6 Sigma deve-se à sua evolução histórica, sendo que a maioria dos autores de investigação, defende a existência de três fases ou gerações.

Sabendo que só é aceitável um desempenho com um nível Sigma de 4,0 (correspondente a Cpk de 1,33), muitos autores afirmam que até ao início de 1980, o desempenho da generalidade das organizações era de 3 Sigma, ao que correspondia uma taxa de defeitos de 2700 por milhão de oportunidades. Com o início da década de 80, surgiram alguns factores que contribuíram drasticamente para a evolução da qualidade das organizações, tanto nos Estados Unidos da América, como também em todo o mundo. A introdução da produção em massa e a abertura do mercado global, permitiu aos Japoneses inserirem os seus produtos, nomeadamente electrónicos, em todos os mercados mundiais. A aceitação dos consumidores foi imediata, uma vez que estes produtos apresentavam preços bastante mais baixos e com uma qualidade superior. Durante toda a década de 80 e início dos anos 90, a Motorola era uma das muitas organizações dos Estados Unidos da América e da Europa, que estava a ser ultrapassada pela competitividade das organizações Japonesas, sendo admitido pelos seus gestores de topo que a qualidade dos seus produtos era bastante comprometida.

Bill Smith, engenheiro sénior da qualidade da Motorola, que estava a trabalhar numa placa de circuitos denominada por “*Bay Station Board*” (Reynard, 2007), verificou que este produto tinha tido uma grande taxa de defeitos, maior do que se pretendia. Cedo compreendeu, que

apesar de a placa ter sido construída com extremo cuidado, o resultado tinha sido uma acumulação de pequenos erros ocorridos nas diversas fases do processo de produção. Assim, para oferecer aos consumidores produtos com alta qualidade, era necessário eliminar as fontes destes defeitos. Bill também compreendeu a necessidade da definição de métricas *standard* de qualidade, para o uso em todo o processo de produção, de forma a medir o seu desempenho. Assim, em 1985, Bill Smith e Bob Galvin (presidente da Motorola na altura), decidiram promover a noção de 6 Sigma como metodologia para a redução drástica de defeitos, sendo sigma a variabilidade do processo. Mais tarde, em 1987, nasce o conceito de 6 Sigma como marca registada da Motorola e em 1988, esta organização recolheu os frutos do investimento na metodologia 6 Sigma, vencendo o Malcolm Baldrige National Quality Award (prémio anual de reconhecimento a organizações dos EUA pelo desempenho de excelência). Reconhecidos os resultados desta metodologia, a Motorola começou a ensiná-la aos seus colaboradores, treinando-os para a integração nas suas várias fábricas espalhadas pelo mundo. Foi desta forma que em 1992 esta organização certificou o primeiro Black Belt. Com este acontecimento termina a primeira fase do 6 sigma.

Enquanto a Motorola continuava a implementar e a desenvolver a metodologia 6 Sigma nos seus processos, em 1995 Jack Welch, presidente da General Electric (GE) adoptou a filosofia 6 Sigma como um sistema de gestão, não se limitando somente á eliminação de defeitos e redução da variabilidade dos processos, mas também à redução de custos e melhoria dos resultados. Para além disto, a GE propôs o alargamento da metodologia às fases de concepção e desenvolvimento dos produtos/serviços, de forma a prevenir fragilidades funcionais. Foi assim que apareceu o DFSS (*Design For Six Sigma*).

Durante os anos 90, a implementação desta metodologia estendeu-se aos serviços, verificando-se uma melhoria no atendimento aos clientes, redução de erros associados à informação transmitida, aumento dos níveis de fidelização e satisfação dos clientes. Há ainda que salientar a contribuição de empresas como a ABB e Allied Signal na evolução da metodologia nesta segunda geração.

Em 2002 na DuPont, inicia-se a terceira geração do 6 Sigma que é fundamentalmente uma geração estratégica, consistindo na criação de valor para outros membros que antes não ganhavam com a implementação da metodologia, ou seja, propõe-se o alargamento da criação de valor a todos os *stakeholders* (fornecedores, clientes, accionistas, etc.). Esta terceira geração contínua em evolução, tendo cada vez mais organizações a aderir a esta metodologia.

Seguidamente é apresentada em tabela o resumo das 3 gerações da metodologia 6 Sigma (tabela 2.1).

Tabela 2.1 - Evolução da metodologia 6 Sigma

Fonte: (Marques et al, 2006)

Gerações do 6 Sigma			
	Geração 1 (SSG1)	Geração 2 (SSG2)	Geração 3 (SSG3)
Período	1986 – 1993	1994 – 2001	2002 – Presente
Origem	Motorola	ABB, Allied Signal e GE	Dupont
Enfoque	Minimização do número de defeitos do produto e da variabilidade dos processos	Redução de custos e aumento da produtividade e da eficiência	Criação de valor e oportunidade para inovar
Conceito	Metodologia de melhoria da qualidade	Sistema de gestão	Sistema estratégico
Áreas aplicáveis	Produção e montagem	SSG1 mais actividades de suporte mais serviços mais concepção e desenvolvimento de entidades (produção, serviços, processos)	SSG2 mais todas as áreas da organização e de negócio (actividades de inovação, marketing, planeamento estratégico, desenvolvimento sustentável, etc.)

2.3 Metodologia 6 Sigma

A crescente globalização tem tornado as organizações cada vez mais competitivas pela liderança do mercado nos diversos sectores. Um dos caminhos para o alcance destes objectivos é o aumento da qualidade dos seus produtos e/ou serviços, de forma a incrementar uma vantagem competitiva em relação às organizações rivais. Esta estratégia para além de satisfazer as necessidades do cliente, permite também a melhoria do desempenho da organização, ao desenvolver e projectar planos de optimização de linhas de produção, fluxos de material, fluxos de informação, recursos humanos e materiais, possibilitando a diminuição de custos e o aumento das receitas.

A Motorola na década de 80 desenvolveu a metodologia 6 Sigma destinada originalmente a redução de defeitos dos produtos. Hoje em dia representa um caminho para a excelência, contribuindo com conceitos, métodos, técnicas e ferramentas para o alcance tanto da melhoria

continua como da gestão da qualidade total, possibilitando constantemente o alcance de uma sólida vantagem competitiva (Chakrabarty & Tan, 2007).

Conceitos tradicionais da qualidade, como o controlo estatístico do processo (SPC – *Statistical Process Control*), zero defeitos e a gestão da qualidade total (TQM – *Total Quality Management*) foram integrados e conjugados com outras ferramentas, como análise do modo de falhas e seus efeitos (FMEA – *Failure Mode Effect Analysis*) testes de repetibilidade e reprodutibilidade (R&R – *Repeatability and Reproducibility*) e outros. A metodologia 6 Sigma é orientada para projectos de gestão, melhorando os produtos, serviços e processos, através da redução de defeitos e focaliza-se principalmente na melhoria da compreensão dos requisitos do cliente, no sistema de negócios da organização, na sua produtividade e no desempenho financeiro. Estes objectivos são alcançados devido á capacidade de adicionar uma linha de comunicação entre os processos, levando desta forma, a que os sistemas de informação sejam responsáveis por grande parte do sucesso do 6 Sigma.

A implementação de um projecto 6 Sigma, implica a realização de pequenos projectos bem sucedidos e consecutivos e a sua duração e dimensão difere. Seguidamente apresenta-se três tipos de projectos 6 Sigma:

- Projectos de processo de negócio transaccional: melhoria do processo de transacção de determinado negócio (processamento de pedidos, controlo do stock, serviço ao cliente, etc.);
- Projectos tradicionais de melhoria da qualidade: melhoria de problemas de diversas áreas de uma organização;
- Projectos de desenvolvimento de produto (DFSS – *Design for Six Sigma*): projectos que têm como base a voz do cliente (necessidades e exigências do cliente), integrando os objectivos do 6 Sigma, permite desenvolver e conceber novos produtos e serviços (Abdolshah & Yusuff, 2008).

Os projectos de processo de negócio transaccional e projectos tradicionais de melhoria são constituídos por uma abordagem de estratégia de melhoria, ou seja, melhoria dos processos já existentes e em que geralmente é utilizado o método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve and Control*) para o seu desenvolvimento. Por outro lado tem-se os projectos de desenvolvimento do produto (DFSS), em que é uma metodologia sistemática que permite à organização possuir a capacidade de desenvolver um produto ou um processo, de acordo com

as necessidades e expectativas do cliente e com um nível de qualidade 6 Sigma (Kwak & Anbari, 2006).

A selecção de projectos 6 Sigma é um factor vital para ganhar a aceitação desta filosofia por parte dos administradores e colaboradores da organização, sendo essencial “ouvir” quatro importantes indicadores:

- Voz do cliente;
- Voz do negócio;
- Voz do processo;
- Voz dos *Stakeholders*;

Para as organizações prestadoras de serviços, os principais factores de selecção de projectos 6 Sigma são seguintes:

- Impacto no *bottom line*¹, em termos financeiros;
- Impacto na satisfação do cliente;
- Orçamento para a implementação do projecto;
- Impacto no projecto relativamente aos custos de má qualidade;
- Alinhamento da estratégia com os objectivos da organização;
- Nível de risco envolvido no projecto;
- Nível de conhecimentos necessário para a realização do projecto.

A implementação de bons projectos 6 Sigma implica o reconhecimento do problema, sendo extremamente importante para a organização, em termos de custos, qualidade e satisfação do cliente. Outro aspecto importante é após a aprovação e o apoio por parte dos gestores de topo. Existe a necessidade de se definir objectivos sucintos, mensuráveis, possíveis de alcançar e que possam ser completados dentro do tempo pré-definido. Este tipo de projectos deve ter uma duração até 6 meses, uma vez que projectos demasiado grandes implicam maiores custos associados à sua implementação, frustração entre os colaboradores devido à falta de progresso, deslocação desnecessária de mão-de-obra de outras áreas da organização e um impacto financeiro negativo nas receitas. Por fim é necessário definir indicadores quantitativos de sucesso, que possam ser mensuráveis antes e após a conclusão do projecto, com o intuito de medir a melhoria dos seus processos (Antony et al, 2007).

¹ Resultados, Performance Financeira

2.3.1 Definição de 6 Sigma

Existem diversas definições para o conceito de 6 Sigma, mas em todos compreende-se que o objectivo principal é a eliminação de desperdício, aumento da qualidade dos seus produtos e processos e consequente aumento da satisfação do cliente e o aumento da rentabilidade do negócio.

Para Kwak e Anbari (2006) existem duas perspectivas essenciais na metodologia 6 Sigma, a estatística e a do negócio. Relativamente à perspectiva estatística, esta representa a origem e a essência do 6 sigma, sendo definida como objectivo a obtenção de menos de 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, ao que equivale uma taxa de eficiência de 99,9997%, sendo “Sigma” a representação da variabilidade do processo. Por outro lado, a perspectiva de negócio, define esta metodologia como uma estratégia por forma a melhorar e otimizar a eficácia e eficiência de todas as operações de um processo, com o intuito de satisfazer as exigências e necessidades dos clientes. Áreas como o marketing, engenharia, compras, serviços e suporte administrativo viram-se envolvidas com o 6 Sigma uma vez que obtiveram benefícios através do retorno financeiro, ou seja, melhorando os processos permitiu reduzir custos e desperdícios e aumentar as receitas.

Outra definição é a de representar uma abordagem global que visa obter a “perfeição” de todos os processos e produtos de uma organização, através de uma recolha rigorosa de dados, com posterior análise estatística para identificação de fontes e causas de erros e formas de as eliminar (Chakrabarty & Tan, 2007).

2.3.2 CSF (Factores Críticos de Sucesso)

Os Factores Críticos de Sucesso (CSF – *Critical Success Factors*), representam acções ou processos que devem ser realizados na organização ou por uma área específica, de forma a alcançar o sucesso da implementação dos projectos e consequentemente, os objectivos definidos (Fryer et al, 2007). Desta forma e tendo em conta a complexidade da implementação de um projecto 6 Sigma do sector dos serviços, Chakrabarty e Tan (2007), identificaram os 7 CSF's mais frequentes no sector dos serviços:

- Comprometimento com a gestão de topo – O compromisso do topo da hierarquia de uma organização auxilia a reestruturação do seu modelo de negócios e permite influenciar a mudança cultural dos colaboradores relativamente à qualidade a curto prazo;
- Treino e aprendizagem – Este factor permite a formação e certificação de colaboradores, transformando-os em *Black Belts*, *Green Belts*, etc. Estes compreendem os fundamentos, ferramentas e técnicas da metodologia, permitindo uma boa implementação e uma comunicação mais eficaz entre os diversos colaboradores da organização;
- Alteração de cultura empresarial – Sendo o 6 Sigma uma estratégia de gestão, é necessário o ajuste da organização, nomeadamente, ao nível da sua estrutura e infra-estruturas. É igualmente necessário motivar os colaboradores, de forma a vencer a resistência à mudança;
- Foco no cliente – Este foco é dos principais requisitos da aplicação de projectos 6 Sigma, uma vez que a metodologia é bastante sensível à alteração dos requisitos e necessidades do cliente;
- Métricas de desempenho claras – Do ponto de vista dos serviços, pode ser bastante difícil identificar o processo ou o atributo a medir, sendo essencial possuir a noção prévia da métrica de desempenho a mensurar;
- Retorno de benefícios atractivos – Este aspecto é um factor determinante no sucesso da implementação do 6 Sigma e um meio de os colaboradores compreenderem e relacionarem a metodologia com os resultados do projecto;
- Compreensão organizacional do processo – A compreensão do processo é vital para a satisfação do cliente, sendo que algumas organizações despendem de bastante tempo e esforço na criação de mecanismos de medição do processo e outras; apenas fazem a medição da parte do processo que é mais importante.

Outros factores de sucesso na implementação de projectos 6 Sigma foram identificados no sector dos serviços e da produção (Nonthaleerak & Hendry, 2008):

- Infra-estruturas organizacionais;
- Ligação do 6 Sigma à estratégia de negócio;
- Capacidades do(s) gestor(s) do projecto;
- Prioritização e selecção de projectos;
- Recursos humanos;

- Fornecedores;
- Comunicação e transmissão de informação;
- Estrutura das tecnologias de informação;
- Equipa multi-disciplinar;
- Factores governamentais.

2.3.3 KPI (Indicador Chave de Desempenho)

A definição formal de KPI (*Key Performance Indicator*), não está especificada, contudo a maioria de autores de artigos relativas ao 6 Sigma, refere que este conceito representa sobretudo uma métrica de desempenho que pode ser referente a lucro, custos, qualidade, rendimento, capacidade, etc. (Chakrabarty & Chuan, 2009). Chakrabarty e Tan (2007) identificaram os seguintes KPI's no sector dos serviços:

- Eficiência (tempo de entrega do serviço *versus* custos);
- Redução de custos (eliminação de desperdícios, como erros, enganos, tempo necessário para completar uma tarefa, etc.);
- Tempo de entrega;
- Qualidade do serviço;
- Satisfação do cliente;
- Satisfação do colaborador;
- Redução da variabilidade;
- Benefícios financeiros (Lucro, receitas);
- Custos de má qualidade (COPQ – *Cost Of Poor Quality*);
- DPMO (Defeitos Por Milhão de Oportunidades);
- Capacidade do processo;
- Tempo de resposta de reclamação de clientes;
- Tempo do processo;
- Tempo de espera pelo serviço;
- Fiabilidade do processo;
- Exactidão da informação oferecida ao cliente.

2.3.4 Limitação da metodologia 6 Sigma

Como qualquer metodologia de melhoria da qualidade, existem limitações na sua implementação. Por outro, lado o sector dos serviços representa um acréscimo de dificuldade, uma vez que é uma área com processos bastante dinâmicos. Seguidamente são descritas algumas das limitações e dificuldades de implementação do 6 Sigma no sector dos serviços (Antony et al, 2007), (Chakrabarty & Tan, 2007):

- A informação nos serviços não se encontra disponível, e a sua recolha, para além de ser mais difícil de realizar, é feita manualmente, ao contrário do que acontece nos processos de produção, que podem ser automáticos;
- A medição da satisfação do cliente relativamente à prestação de um serviço é influenciada pelos comportamentos dos colaboradores (amizade, honestidade, prontidão em ajudar, etc.), que pode interferir na qualidade do serviço prestado ao cliente pelo colaborador;
- No sector dos serviços, as organizações têm constantemente dificuldade em identificar os processos que podem ser medidos em termos de defeitos por milhão de oportunidades;
- As organizações de prestação de serviços têm uma grande resistência à mudança devido a existirem muitos factores interpessoais (comportamentos e atitudes humanos, amizade, honestidade, cortesia, etc.);
- O processo de recolha de informação leva mais tempo, uma vez que a dimensão das amostras tem de ser maior por razões de validação estatística;
- Em muitos casos da área dos serviços, não é descrito as várias actividades do processo, o que torna a utilização de mapas de processo e fluxogramas pouco aplicados;
- Medições individuais são muitas vezes realizadas nos serviços, o que faz com que seja necessário definir um intervalo de tempo (semanas, meses, anos);
- Os processos no sector dos serviços possuem maior número de factores não controláveis (factores psicológicos, factores sociais, factores pessoais, etc.) do que os processos industriais;
- As funções de transferência não são muitas vezes desenvolvidas para determinados processos de serviço, tornando a aplicação de algumas técnicas estatísticas (Métodos de Taguchi, Desenho de Experiências) bastante limitada;

- Nos serviços, muitas das decisões são tomadas por pessoas, tornando o critério menos preciso. Por outro lado a modificação de processos industriais é geralmente realizada pela configuração das máquinas, o que no caso dos serviços, esta modificação é baseada no treino e aprendizagem dos colaboradores e no ajustamento de tarefas;
- Possuir conhecimentos estatísticos para haver uma melhor comunicação entre os vários intervenientes no projecto é um factor fundamental, contudo muitos colaboradores não detêm esses conhecimentos;
- A normalização do modelo DMAIC no sector dos serviços é quase impossível, ao contrário do que acontece no sector da produção, em que o seu desenvolvimento é muito mais uniforme nos diferentes projectos.

2.3.5 Diferenças entre projectos 6 Sigma no sector dos serviços e industria

A abordagem e a implementação de projectos 6 Sigma na industria e nos serviços, possui algumas diferenças. Se um processo industrial se encontra bem definido e com uma abordagem bem documentada, então as melhorias no processo de produção podem ser bastante evidentes. No caso dos serviços, a diferença encontra-se fundamentalmente na gestão de informação do processo, ao contrário do que acontece na indústria, em que a simples modificação de máquinas e peças facilita bastante o processo de implementação. Desta maneira, compreende-se que o fluxo de informação de um processo industrial não é do mesmo tipo de informação que é gerada pelos serviços. Por outro lado, a alteração de um processo resultará numa grande variação.

O processo inerente a um serviço representa uma “conversa” prolongada e complexa em que os sistemas de informação auxiliam na negociação entre os objectivos de ambas as partes e em que os serviços são orientados pela procura dos clientes. No caso da área da produção é completamente diferente, onde a procura do cliente representa um meio de controlar a produção e onde a sua escolha, é restringida à configuração dos atributos do produto. Apresenta-se na tabela 2.2 as diferenças fundamentais entre o sector dos serviços e o sector da produção no que diz respeito a projectos 6 Sigma (Abdolshah & Yusuff, 2008):

Tabela 2.2 - Principais diferenças entre o sector dos serviços e o sector da produção

Fonte: (Abdolshah & Yusuff, 2008)

	Sector dos serviços	Sector da produção
Entrada (<i>input</i>)	Informação Ferramentas/sistemas Abordagem Capacidades interpessoais Ambiente de trabalho	Matéria-prima Máquinas Método Capacidades técnicas Ambiente físico
Medição de entrada (<i>input measure</i>)	Volume de chamadas Tipo de chamadas Preferências do cliente Medição do tempo de processo Desempenho do processo	Procura do cliente Planeamento da produção Desempenho do processo Medição da qualidade Desempenho do processo
Tipo de fluxo	Informação	Matéria-prima
Fluxo de trabalho	Personalização dos produtos Muitos pontos de decisão	Normalização dos produtos Poucos pontos de decisão
Medição de saída (<i>Output measure</i>)	Taxa de serviços correctos Tempo de resolução absoluto Tempo médio de resolução e variação Satisfação do cliente	Volume de produção <i>Beat times</i> ² Número de defeitos Medição da qualidade
Sucesso da estratégia	Volume de implementação Redução da variabilidade Relação a longo prazo com o cliente Satisfação do cliente	Implementação do trabalho normalizado Implementação de soluções Qualidade elevada Produtividade elevada

2.3.6 Métricas 6 Sigma

A metodologia 6 Sigma permite identificar em determinado processo, a sua variabilidade, devido à ocorrência de consecutivos defeitos e erros, medidos a partir da base de dados. Assim, o conceito de métrica, constitui um meio de comunicação, pois reflecte o desempenho da organização em determinado ponto-chave do processo e permite situar a organização em termos de classificação de qualidade quando comparada com outras. A medição de determinado facto representa a métrica, que por sua vez representa o nível sigma em que a organização está a operar, e fornece um ponto de partida para o processo de melhoria, desenvolvendo meios de análise e de avaliação de erros e falhas.

Uma métrica geralmente utilizada é a de defeitos por milhão de oportunidade, ou seja, DPMO, que permite determinar o correspondente nível Sigma do processo, através da

² *Beat time* representa o tempo máximo permitido para produzir um produto, a fim de atender à procura.

ocorrência de defeitos. Outra métrica que pode ser utilizada é o Cp_k , ou seja, pode também utilizar o Índice de Capacidade como elemento de medida do desempenho do processo. Esta métrica por ter como objectivo a verificação da capacidade do processo de produzir de acordo com as especificações estabelecidas do produto, permite medir o desempenho do respectivo processo. É de referir que para uma parte dos autores, um processo só tem capacidade de produzir “bons produtos” quando o Cp_k é maior do que 1,33, ao que corresponde um nível Sigma de 4,0 (Pereira & Requeijo, 2008).

2.3.7 CTQ (Crítico para a Qualidade)

Um produto ou serviço, para ser aceite pela generalidade dos clientes e consumidores, deve de possuir diversos atributos ou características que levem a que as suas funcionalidades não sejam comprometidas. Desta forma, para auxiliar o desenvolvimento de projectos 6 Sigma, foi implementado o conceito de Característica Crítica para a Qualidade (CTQ – *Critical To Quality*). Existem diferentes definições para este conceito, contudo a maioria admite que representa uma característica da qualidade de um produto ou serviço, que deve de ser melhorada a partir dos requisitos do cliente, ou seja, a partir da voz do cliente (VOC) (Chakrabarty & Chuan, 2009). Estas características representam requisitos de desempenho, definidos pelo cliente e devem ser mensuráveis e ter uma tolerância especificada (para o caso de um produto). Apesar de no sector dos serviços haver referências limitadas relativamente as CTQ's geralmente identificados, Chakrabarty e Tan (2007) consideram que estas se dividem em quatro tipos:

1. Tempo:
 - Tempo de serviço – tempo necessário para servir um cliente;
 - Tempo de espera – tempo que o cliente fica à espera para o sistema completar o processo;
 - Tempo de ciclo – tempo de serviço e tempo do ciclo.
2. Custos – os custos são por vezes um factor crítico para o cliente, sendo que este poderá estar disposto a pagar mais por um serviço mais rápido;
3. Atitude comportamental dos empregados – o comportamento dos colaboradores com um cliente pode influenciar a continuação do acordo comercial entre ambas as partes.

4. **Informação** – a informação correcta no momento correcto, é um factor importante, e bastante valorizada pelo cliente.

2.3.8 Suporte estatístico do 6 sigma

Um processo define-se como uma tarefa, ou um conjunto de tarefas que transformam os *input's* em *output's*, sendo os primeiros considerados como a “matéria-prima” do processo e os segundos como o resultado da transformação da matéria-prima num produto ou serviço. Os fundamentos do 6 Sigma vão ao encontro desta definição, possuindo como finalidade a redução da variabilidade do processo, ou seja dos *output's* (Y's), através do controlo da variabilidade dos *input's* (X's), figura 2.2:

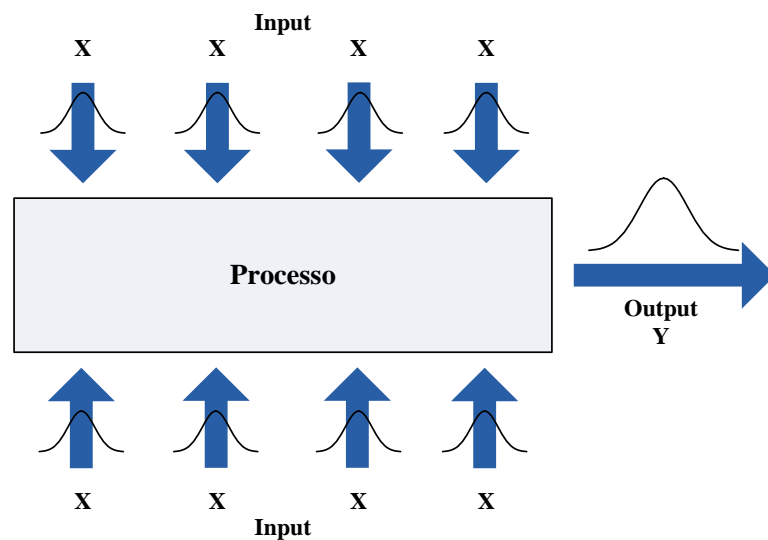


Figura 2.2 - A variabilidade do *Output* dependente da variabilidade dos diversos *Input's*

Em termos estatísticos (Montgomery, 2001), a variabilidade é representada pelo desvio-padrão, que por sua vez é representado pela letra Grega σ (Sigma). Desta forma, um processo caracterizado por uma Distribuição Normal com os limites de especificação, superior e inferior a distar 3 desvios-padrão, ou seja 3σ a partir da média, possui uma probabilidade de 99,73% de produzir “bons produtos”, correspondendo 2700 DPMO, sendo estes valores referentes ao nível Sigma de curto prazo curto (figura 2.3).

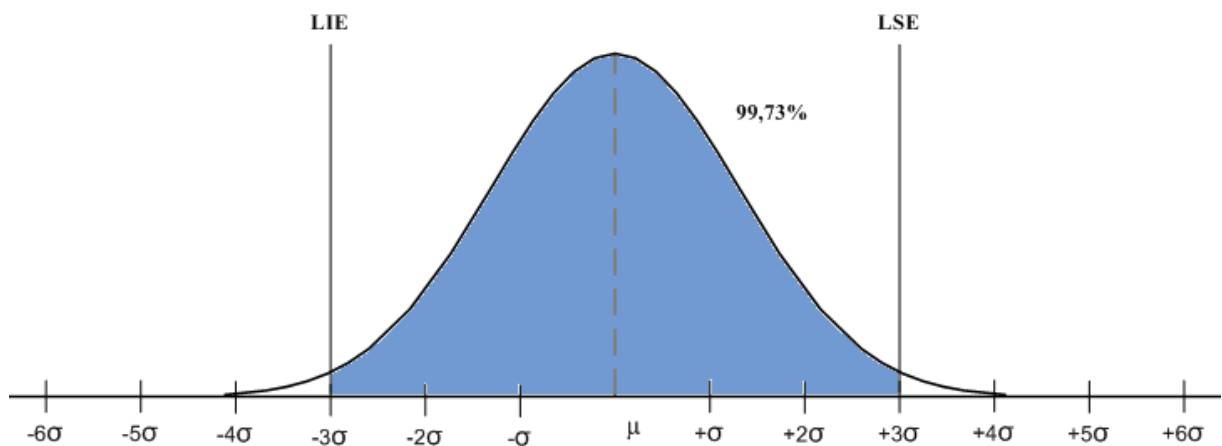


Figura 2.3 - Distribuição normal com limites de especificação a distar 3σ

À medida que os limites de especificação se distanciam mais da média do processo, a probabilidade aumenta como é confirmado pela tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Nível Sigma de curto prazo Vs. DPMO num processo composto por 1 componente

Limite de Especificação	Percentagem/Probabilidade de produção conforme	DPMO
± 1 Sigma	68,27%	317300
± 2 Sigma	95,45%	45500
± 3 Sigma	99,73%	2700
± 4 Sigma	99,9937%	63
± 5 Sigma	99,999943%	0,57
± 6 Sigma	99,9999998%	0,002

Considerado por alguns autores que um nível 3 Sigma é satisfatório, há que ter noção que é apenas para uma etapa do processo. Um produto ou serviço é geralmente composto por diversas etapas do processo, tendo assim uma probabilidade associada tanto menor quanto o número de etapas, ou seja:

$$0,9973 \times 0,9973 \times 0,9973 \times \dots \times 0,9973 = 0,9973^n < \text{Percentagem de uma só etapa}$$

Uma vez que os produtos contêm por vezes até milhares e milhões de componentes, a Motorola desenvolveu o conceito de 6 Sigma para que a percentagem de produtos não conformes fosse o mais baixo possível. Para este nível Sigma corresponde uma percentagem de 99,99999%, ou seja, 0,002 DPMO's, sendo este valor associado a um horizonte temporal de curto prazo e para apenas 1 componente.

Bill Smith chegou à conclusão que a longo prazo, o processo pode sofrer um desvio até $\pm 1,5\sigma$ em relação à média, devido à ocorrência de causas especiais de variação e produzindo desta

forma um aumento do número de defeitos. Assim, para apenas 1 componente não deverá de existir mais 3,4 defeitos por milhão de oportunidades, situando-se os limites de especificação, superior e inferior a $\pm 4,5\sigma$ da média do processo (Marques, et al 2008) (figura 2.4).

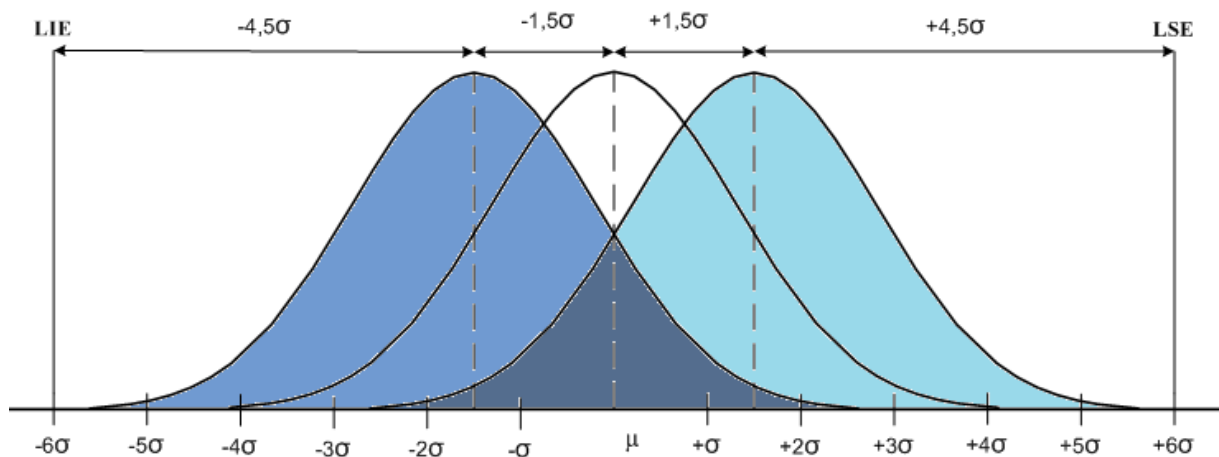


Figura 2.4 - Desvio de $\pm 1,5\sigma$ do processo a longo prazo

Seguidamente é apresentado os valores correspondentes à percentagem de defeitos e aos DPMO's num processo a longo prazo (Tabela 2.4).

Tabela 2.4 - Nível Sigma de longo prazo Vs. DPMO num processo composto por 1 componente

Limite de Especificação	Percentagem/Probabilidade de produção conforme	DPMO
± 1 Sigma	30,23%	697700
± 2 Sigma	69,13%	608700
± 3 Sigma	93,32%	66810
± 4 Sigma	99,3790%	6210
± 5 Sigma	99,97670%	233
± 6 Sigma	99,999660%	3,4

A determinação do nível Sigma de longo prazo pode ser realizada através do cálculo do número de defeitos por milhão de oportunidade (Breyfogle III, 2003):

$$\text{DPMO} = \frac{\text{\# de defeitos}}{\text{\# de oportunidades de defeitos} \times \text{dimensão da amostra}} \times 10^6 \quad (2.1)$$

O número de oportunidades de defeito não é determinado a partir de uma fórmula, mas sim através de uma relação de bom senso, ou seja, a partir de um conjunto de características que possam causar um defeito no produto ou serviço. O correspondente nível Sigma é determinado por (Breyfogle III, 2003):

$$\text{Nível } \sigma = 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 \times \ln(\text{DPMO})} \quad (2.2)$$

Para se determinar o nível Sigma a longo prazo é necessário subtrair ao nível Sigma de curto prazo o desvio máximo de $1,5\sigma$:

$$\text{Nível } \sigma \text{ de longo prazo} = \text{Nível } \sigma \text{ de curto prazo} - 1,5\sigma \quad (2.3)$$

2.3.9 Implementação da metodologia 6 Sigma

Numa organização em que se implementam projectos 6 Sigma é necessário haver cinco elementos fundamentais na estratégia de melhoria (figura 2.5):

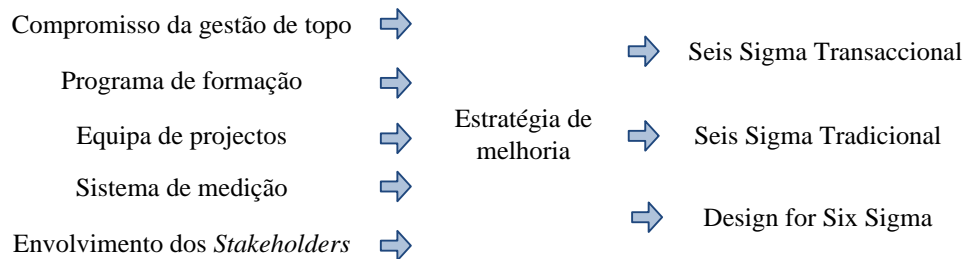


Figura 2.5 - Estrutura 6 Sigma

Adaptado: (Park, 2003)

Quando o 6 Sigma foi desenvolvido (Reynard, 2007), o intuito era melhorar os processos sem nenhum método formal para o fazer. A partir do conceito original (seis desvios padrão), foi desenvolvido o método DMAIC (*Define, Measure, Analyze, Improve e Control*), em que tem como principal objectivo a melhoria dos processos já existentes, e consequentemente transmitir maior e melhor qualidade aos produtos e serviços. Esta abordagem é um modelo de melhoria contínua, suportado por técnicas estatísticas e que não se limita ao uso de ferramentas da qualidade mas também incorpora outros conceitos como análises financeiras e desenvolvimento de projectos de planeamento. O método DMAIC é um ciclo fechado que possibilita para além da eliminação de determinadas fases de um processo (que não contribua com valor para o produto ou serviço), permite a concentração em novas métricas e aplicação de diferentes tecnologias para melhoria continua (Kwak & Anbari, 2006). É apresentado na figura 2.6 as etapas de cada fase do método DMAIC.

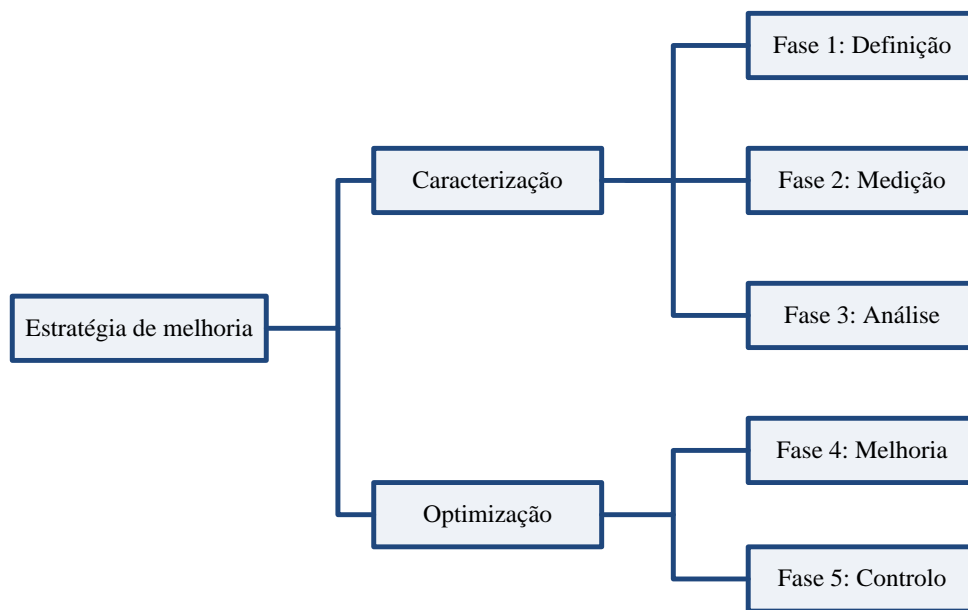


Figura 2.6 - Etapas de melhoria do método DMAIC

Fonte: (Park, 2003)

2.3.9.1 Definição

Num processo ou negócio, as possibilidades de optimização são diversas, sendo a selecção de um projecto, o resultado dos objectivos estratégicos da organização. Nesta primeira fase do ciclo DMAIC, é vital para o desenrolar do projecto, a sua correcta selecção entre um conjunto de possibilidades. Esta escolha está relacionada com a variabilidade dos seus processos, pois possui um impacto directo no lucro, no tempo de ciclo, na qualidade dos produtos e nas falhas e erros que afectam a satisfação do cliente. Esta selecção do projecto é geralmente determinada pelos directores (*sponsors* do projecto) e permite à organização identificar os processos críticos do seu negócio (Andrietta & Miguel, 2003). A selecção da equipa de trabalho do projecto é essencial e tem de ser considerada de acordo com as aptidões dos intervenientes e com a área em que o projecto vai ser desenvolvido, de forma a permitir uma alocação de recursos eficiente e eficaz.

Depois de seleccionado o projecto é necessário definir os objectivos que a organização pretende alcançar após a aplicação de acções de melhoria, possuindo como base de determinação a voz do cliente (VOC – *Voice Of Customer*). As metas a que a equipa ou a organização se propõem cumprir são por vezes determinadas apenas na fase de medição, uma vez que já existe um maior conhecimento sobre como os problemas interferem no processo e

sobre a sua variabilidade. Se a equipa de trabalho tiver pouco conhecimento sobre os processos, o estabelecimento de objectivos na fase de definição torna-se de difícil determinação. Só um bom conhecimento dos processos possibilita a definição de objectivos realistas.

Seguidamente são apresentados os principais passos a serem realizados nesta fase (Antony, 2006):

- Selecção do projecto;
- Definir resumidamente o problema;
- Identificar os *Sponsors* (Patrocinadores) e *Stakeholders* (parte interessada ou interveniente) do projecto;
- Determinar as entradas e saídas do processo;
- Objectivos do processo;
- Realizar uma avaliação do projecto em termos de histórico de problemas, impacto nos clientes, estratégias da organização;
- Determinar a viabilidade do projecto em termos de custos versus benefícios;
- Seleccionar a equipa de trabalho (depende da dimensão do projecto e do conhecimento que os colaboradores possuem relativamente à metodologia 6 Sigma e ferramentas da qualidade (*Master Black Belt*, *Black Belt*, *Green Belt*, *Yellow Belt*, *White Belt*, colaboradores gerais));
- Realizar uma formalização do projecto (declaração do projecto), de forma a identificar as funções e responsabilidades de cada interveniente no projecto, definição de recursos, definição do planeamento temporal do projecto, definição de limites e definição dos objectivos/benefícios para os clientes internos e externos;
- Identificar e descrever o processo, os clientes internos e externos e compreender a relação entre o problema e a satisfação das necessidades do cliente;
- Definir o processo fundamental do projecto.

Para a realização destes paços é necessário utilizar algumas ferramentas e técnicas que são apresentadas seguidamente na figura 2.7 (Pyzdek, 2003), (Antony, 2006) e (Feng & Kapur, 2007):



Ferramentas e técnicas:

- Declaração de projecto;
- Diagrama de Gantt;
- *Brainstorming*;
- VOC (inquéritos, reclamações, cartas, comentários);
- *Benchmarking*;
- Gráfico Sequencial;
- Métricas Seis Sigma;
- Carta de Controlo;
- Análise de custo/benefício;
- Matriz de RACI;
- Modelo de KANO;
- Fluxograma do processo;
- SIPOC;
- QFD;

Figura 2.7 - Ferramentas e técnicas geralmente utilizadas na fase de Definição

Há a salientar que as ferramentas e técnicas anteriormente mencionadas não são exclusivas a esta fase, podendo ainda existir outras que permitam atingir os resultados esperados.

2.3.9.2 Medição

A fase de medição como todas as outras fases possui uma importância extrema, uma vez que é nesta fase que a equipa de trabalho previamente definida, procede à análise do desempenho dos processos da organização e consequentemente à sua variabilidade, ou seja, apurar em que nível Sigma, a curto e longo prazo, a organização está a trabalhar. A recolha de dados que sustenta estas análises é fundamental e muitas vezes de difícil junção, levando por vezes bastante tempo a reunir a informação necessária. Enquanto as organizações de produção possuem mecanismos automáticos e autónomos de controlo e de medição do desempenho dos seus processos produtivos, facilitando a recolha dos dados necessários, as organizações de serviços têm uma maior dificuldade, uma vez que os seus processos são geralmente realizados por pessoas. A medição deste tipo de processos “manuais” é geralmente difícil, pelo que é necessário definir um plano de abordagem bem estipulado, de forma a abranger todo o tipo de dados e informação necessária, como também a forma de abordar a sua recolha. Assim, uma boa compilação de dados resultará numa análise estatística realista do processo em questão e

fornecerá os fundamentos necessários à decomposição das várias causas. Posteriormente procede-se ao cálculo dos valores padrão do desempenho do processo, por forma a determinar a variabilidade do mesmo.

Depois de se fazer uma análise ao desempenho da organização é possível identificar as potenciais causas do problema através das Variáveis de Entrada de Processos-Chave (KPIVs – *Key Process Input Variables*) e das Variáveis de Saída dos Processos-Chave (KPOV's – *Key Process Output Variables*) (Andrietta & Miguel, 2003).

Por fim, a partir dos objectivos traçados na fase de Definição é necessário definir metas estratégicas, tais como, aumentar a fidelidade do cliente através da satisfação das suas exigências, possuir maiores cotas de mercado, maior satisfação dos colaboradores, etc. Relativamente aos processos, é necessário definir metas que podem representar o aumento das taxas de transferência de produção entre departamentos. Por fim, e de igual modo, é necessário definir ao nível do projecto, metas que podem ir desde a redução do nível de defeitos até ao aumento da produção numa determinada linha (Pyzdek, 2003).

Seguidamente são apresentados os principais passos a serem realizados nesta fase (Antony, 2006):

- Estratificação do problema;
- Determinação do plano de recolha de dados;
- Recolha dos dados através da medição do processo;
- Análise de correlação;
- Identificar as características críticas para a qualidade (CTQ's – *Critical to Quality*);
- Análise do sistema de Medição;
- Determinação do actual desempenho do processo (eficiência do processo, DPMO, nível sigma a curto e longo prazo);
- Comparar o desempenho do processo através de *benchmarking*;
- Identificação dos pontos forte e fracos.
- Determinar as metas em termos globais ou para cada CTQ.

Para o cumprimento destes paços é necessário utilizar algumas ferramentas e técnicas que são apresentadas seguidamente na figura 2.8 (Pyzdek, 2003) (Antony, 2006) (Feng & Kapur, 2007):



Figura 2.8 - Ferramentas e técnicas geralmente utilizadas na fase de Medição

2.3.9.3 Análise

A base de qualquer resultado ou resolução de um problema é suportada por uma correcta análise ao mesmo, sendo a sua técnica, a decomposição em diversos elementos constituintes, tendo como objectivo obter uma melhor percepção e compreensão do problema. De igual modo, a fase de análise atende ao mesmo princípio, uma vez que fracciona o problema em diversos factores ou causas, podendo ser representado de uma forma figurativa por uma equação:

$$Y = f(X_1) + f(X_2) + f(X_3) + \dots$$

O resultado é representado por Y, sendo $f(X_1)$ cada causa de determinado defeito. A estratificação realizada na fase de medição possibilitou determinar um conjunto de indicadores, permitindo desta forma identificar a fonte ou a localização do problema através do conhecimento rigoroso das condições do processo. Através dessa identificação e localização, é possível na fase de análise determinar um conjunto de potenciais causas com um nível de detalhe bastante significativo e fazer a sua ligação aos respectivos efeitos, através do desenvolvimento de hipóteses. É sempre necessária a confirmação das hipóteses com o recurso a dados, de forma a sustentar a identificação posterior das causas-raiz do problema. É

com base na identificação das causas-raiz, que todo o processo de melhoria do problema será desenvolvido e solucionado.

Nesta fase usa-se um processo bastante iterativo, uma vez que à partida não se conhecem as causas-raiz, logo é essencial compreender o processo e aplicar diversas ferramentas e técnicas, que confirmem significativamente a identificação das causas-raiz. É uma fase iterativa porque é um processo de tentativa e falha e só finaliza quando o resultado é suportado pelos dados.

Seguidamente são apresentados os principais passos a serem realizados nesta fase (Antony, 2006):

- Analisar o processo causador do problema;
- Analisar os dados do problema conjugados com os do processo;
- Identificar e organizar as potenciais causas do problema;
- Estabelecimento da relação causa-efeito das diversas causas potenciais;
- Prioritizar as potenciais causas do problema;
- Confirmar a identificação das potenciais causas-raiz
- Definir as causas-raiz do processo;
- Compreensão da variabilidade das causas-raiz que resulta em defeitos e proceder à sua priorização para futuros projectos;
- Compreensão do tipo de dados e da sua distribuição;
- Quantificação financeira das oportunidades de melhoria (estimativa dos benefícios financeiros).

Para o cumprimento destes paços é necessário utilizar algumas ferramentas e técnicas que são apresentadas seguidamente na figura 2.9 (Pyzdek, 2003), (Antony, 2006) e (Feng & Kapur, 2007):

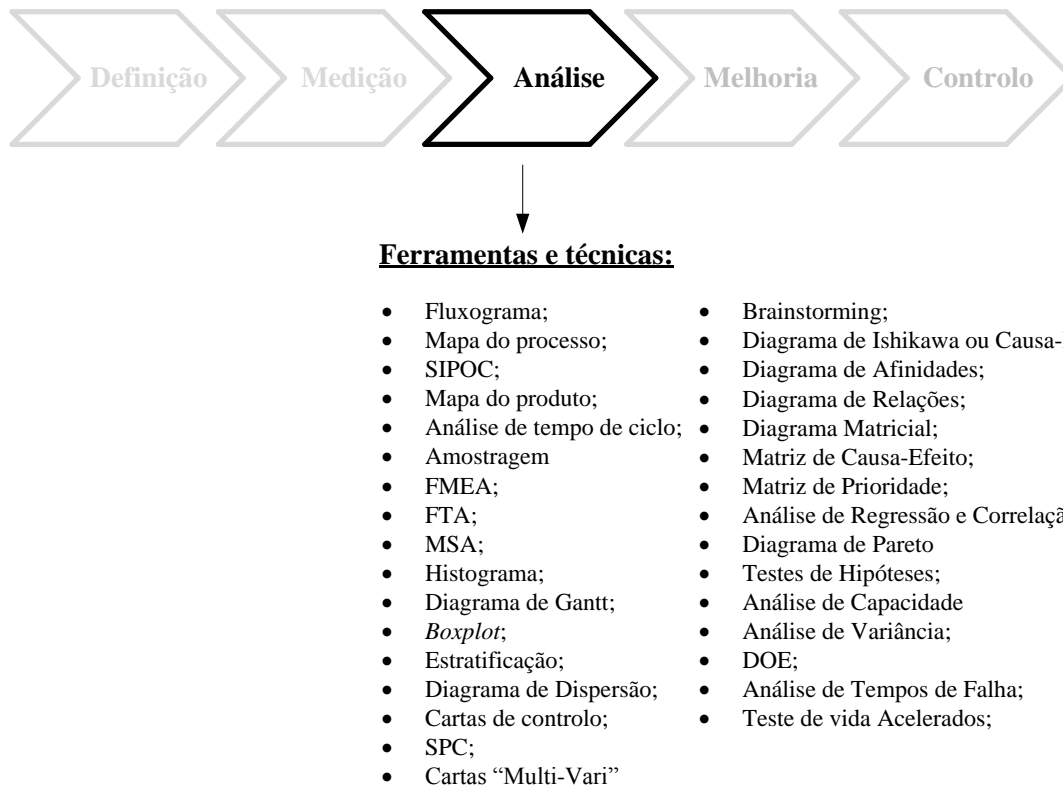


Figura 2.9 - Ferramentas e técnicas geralmente utilizadas na fase de Análise

2.3.9.4 Melhoria

Após a identificação e selecção das causas-raiz na fase de análise, é necessário a equipa de trabalho conceber soluções que venham ao encontro das causas de variabilidade. Esta fase que se caracteriza essencialmente por conceber, avaliar, priorizar e implementar soluções é geralmente de fácil execução, ao contrário do que se possa pensar. Ideias e soluções criativas que permitam melhorar o(s) processo(s) em termos de rapidez, redução de custos e fundamentalmente aumentar o desempenho, são fáceis de concretizar, basta criar sinergias entre os vários colaboradores do projecto (Pyzdek, 2003).

Após a obtenção de um conjunto de potenciais soluções é de considerar a realização de uma análise custo-benefício, de forma a perceber quais as soluções que por um lado serão mais benéficas em termos de investimento por parte da organização e, por outro fornecem ao processo maior capacidade de desempenho. Depois de definido o conjunto de potenciais soluções é necessário hierarquizar e avaliar o risco da sua implementação.

Com a implementação de um conjunto limitado de soluções procede-se a uma análise do processo, com o intuito de verificar o seu desempenho. Este ponto é extremamente importante para o caminho que o projecto tomará, uma vez que caso o seu desempenho não seja satisfatório, é necessário retornar à fase de medição, ou eventualmente implementar o DFSS (vertente de desenvolvimento de processos ou produtos através da metodologia 6 Sigma). Caso o desempenho do processo se adeque às expectativas, é possível passar à fase seguinte, uma vez que estão reunidas todas condições para iniciar a ultima fase do método DMAIC.

Seguidamente são apresentados os principais passos a serem realizados nesta fase (Antony, 2006):

- Conceber ideias e potenciais soluções para a resolução e eliminação da variabilidade do processo originada pelas causas-raiz;
- Realizar uma análise de custo-benefício, de forma a identificar as soluções que têm maior impacto na satisfação do cliente e nas receitas da organização. Estas soluções têm de ser analisadas, em termos de tempo e custos relacionados da implementação das respectivas acções de melhoria;
- Priorizar as principais soluções;
- Analisar e minimizar os riscos da implementação das diversas soluções disponíveis;
- Testar as soluções seleccionadas (teste piloto);
- Identificar e proceder (caso seja necessário), a ajustes nas soluções seleccionadas;
- Avaliar as acções de melhoria em termos de redução da taxa de defeitos e aumento do nível sigma do processo;
- Avaliar se o desempenho actual do processo vai ao encontro das metas espectáveis da organização;
- Elaborar e executar um plano para a implementação das soluções em larga escala.

Para o cumprimento destes paços é necessário utilizar algumas ferramentas e técnicas que são apresentadas seguidamente na figura 2.10 (Pyzdek, 2003), (Antony, 2006) e (Feng & Kapur, 2007):



Figura 2.10 - Ferramentas e técnicas geralmente utilizadas na fase de Melhoria

2.3.9.5 Controlo

Sendo a fase de controlo a última fase do método DMAIC, depreende-se que esta etapa seja vital para o sucesso dos projectos 6 Sigma, uma vez que representa a sustentabilidade de todos os benefícios adquiridos ao longo das fases anteriores. Normalmente os projectos 6 Sigma são realizados com vista a um horizonte temporal alargado, sendo que é necessário uma monitorização das acções de melhoria dos processos e das ferramentas aplicadas, com vista a garantir o alcance das metas ao longo do tempo. Muitas vezes recorre-se a métodos estatísticos para fazer o controlo das soluções implementadas, com o intuito de detectar alterações no processo, derivadas de causas especiais de variação. Sempre que o processo não esteja a agir de acordo com o esperado é necessário que se proceda a pequenas alterações, para que este retome a estabilidade e alcance as metas pré-definidas.

É necessário que nesta fase se proceda periodicamente a medições do nível sigma do processo, de forma a identificar novos comportamentos das características críticas da qualidade e consequentemente a satisfação do cliente (Pereira, 2003).

Por fim, para finalizar o projecto, é fundamental passar para os colaboradores responsáveis pelo processo, toda a documentação, ferramentas e conhecimento necessário de suporte e de monitorização, de forma a que os mesmos sejam capazes de interferir no processo caso haja algum desvio.

Seguidamente são apresentados os principais passos a serem realizados nesta fase (Antony, 2006):

- Avaliar o alcance das metas estabelecidas e analisar se é necessário retomar à fase de Medição ou implementar o DFSS;
- Elaborar um modelo *standard* do processo depois das soluções implementadas;
- Elaborar ferramentas e procedimentos de monitorização do processo;
- Difundir toda a informação, documentação, ferramentas e conhecimento aos colaboradores responsáveis pelo processo;
- Planear e implementar um protocolo de monitorização do desempenho do processo e do alcance das metas estabelecidas;
- Definir um plano de acção para a correcção de desvios no processo;
- Sintetizar o projecto e fazer recomendações para a elaboração de futuros projectos;
- Análise dos benefícios de retorno, após a implementação das acções de melhoria.

Para o cumprimento destes passos é necessário utilizar algumas ferramentas e técnicas que são apresentadas seguidamente na figura 2.11 (Pyzdek, 2003), (Antony, 2006) e (Feng & Kapur, 2007):



Figura 2.11 - Ferramentas e técnicas geralmente utilizadas na fase de Controlo

2.3.9.6 Outras considerações acerca do método DMAIC

Apesar de o DMAIC ser um método sequenciado de determinadas acções, não significa que existe apenas uma perspectiva, sendo que o factor de distinção das diferentes abordagens ao método encontra-se na delimitação das fronteiras das cinco fases, ou seja, a sequência das principais acções têm de ser fiel a todas as perspectivas, mas a execução de algumas acções podem estar enquadradas em fases diferentes. Para Feng e Kapur (2007), a determinação das CTQ's deve ser realizada na fase de Definição, em vez de ser na fase de Medição. Esta divergência, não põe em causa o resultado final dos projectos, uma vez que as acções que antecedem e que sucedem encontram-se sequenciadas. Na perspectiva de Antony (2006), a implementação das acções de melhoria deve ser da exclusiva responsabilidade da fase de Controlo, ao invés de ser realizada na fase de Melhoria. A implementação das acções de melhoria pode acontecer em qualquer uma das fases, caso a identificação e prioritização das potenciais soluções já tenha acontecido na fase de Melhoria. Existem muitas perspectivas sobre o DMAIC, mas o importante é que a realização das principais acções aconteça de uma forma sequenciada, lógica e de acordo com o âmbito do projecto.

O método DMAIC, para além de representar um conjunto de linhas de orientação, permite também criar um processo de controlo da implementação do projecto, ou seja, a existência de critérios que têm de ser cumpridos de forma a se dar por concluído determinada fase do

projecto. É apresentado na figura 2.12, algumas linhas de orientação na implementação do método DMAIC.

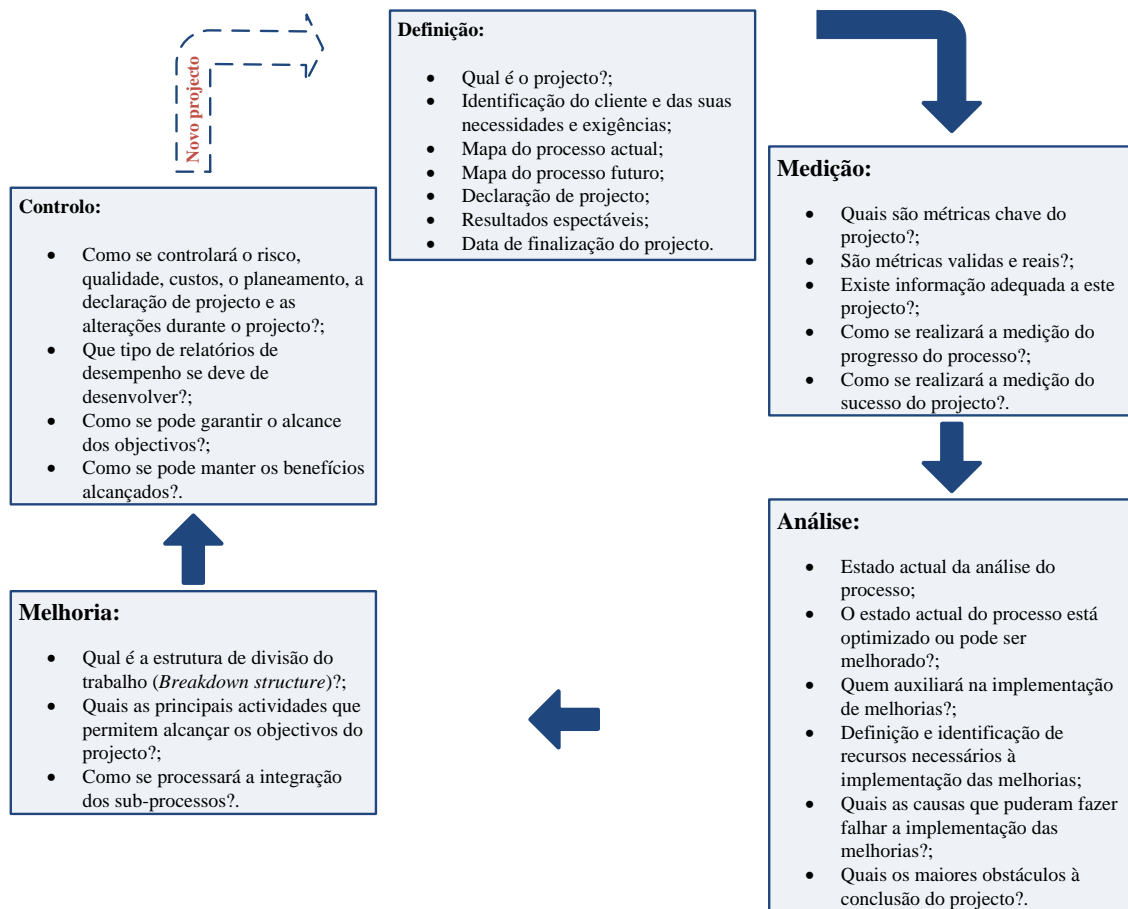


Figura 2.12 - Linhas de orientação na implementação do método DMAIC da metodologia 6 Sigma

Fonte: (Pyzdek, 2003)

2.3.9.7 DFSS – Seis Sigma na concepção e desenvolvimento de produtos e processos

Uma metodologia complementar ao 6 Sigma tradicional, e consequentemente ao método DMAIC, é a abordagem à concepção e desenvolvimento de produtos, serviços e processos, mais precisamente a metodologia DFSS (*Design For Six Sigma*). Esta metodologia permite a criação de valor para o processo/produto a partir da forte capacidade de inovação, uma vez que possibilita evitar falhas e erros ao nível da concepção dos mesmos e consequentemente criação de sistemas robustos e com desempenho de qualidade 6 Sigma. Por outro lado, a implementação do DFSS nos processos de uma organização, facilita a redução do tempo de colocação de um produto ou serviço no mercado, criando uma vantagem competitiva e um

factor de diferenciação em relação às outras organizações (Marques, et al 2006). Esta metodologia é orientada segundo as necessidades do cliente e os resultados centram-se nos produtos, serviços e processos.

De igual forma que o 6 Sigma tradicional representa uma estratégia de negócio das organizações, o DFSS também está associado aos mesmos princípios, uma vez que é necessário priorizar os projectos em função dos objectivos da organização. A existência dos recursos apropriados, principalmente o “capital humano” é similar em ambas as metodologias, sendo necessária a tradicional equipa de trabalho (*Champions Sponsors, Master Black Belt, Black Belt, Green Belt, etc.*) (Marques, et al 2008).

Para Black e Revere (2006) a generalidade das organizações que implementam projectos 6 Sigma, no âmbito da melhoria de processos, só conseguem atingir o nível 5 Sigma, sendo que é necessário a implementação de um projecto DFSS para que se consiga efectivamente atingir um nível 6 Sigma. A necessidade de implementação de projectos DFSS acontece segundo (Feng & Kapur, 2007) quando:

- O processo precisa de ser redesenhado em vez de melhorado;
- O processo actual já não consegue atingir a qualidade desejada através da sua melhoria;
- É identificada uma oportunidade através de um novo processo;
- Existe uma nova tecnologia.

A implementação da metodologia DFSS nos processos e produtos/serviços nas organizações permite às mesmas obter os seguintes benefícios (Antony, 2002):

- Redução do tempo de colocação de um produto no mercado (*Time to Market*);
- Redução dos custos do ciclo de vida de um produto;
- Aumento das expectativas do cliente;
- Redução do trabalho e das tentativas de concepção de um produto;
- Melhorar a qualidade e a fiabilidade de produtos e serviços;
- Melhorar a gestão do risco no processo de concepção de produtos e serviços;
- Redução dos custos associados à garantia dos produtos.

A implementação de projectos DFSS centra-se fundamentalmente em dois métodos, DMADV (*Define, Measure, Analyze, Design e Verify*) e ICOV (*Identify, Characterize, Optimize, e Validate*), sendo que este último pode ser também designado por IDOV (*Identify, Design, Optimize, e Validate*). Uma vez que o DFSS não faz parte do âmbito deste projecto, serão descritos os diferentes métodos de uma forma bastante sintética:

<i>Identify</i> Identificar os requisitos	<ul style="list-style-type: none"> Definição e planeamento do projecto; Identificação e priorização dos requisitos de desempenho; Transformação dos requisitos de desempenho em CTQ's; Priorização dos CTQ's. 	Objectivo: Identificar as necessidades do cliente e outras partes relevantes e definir os requisitos funcionais do sistema	Ferramentas: <ul style="list-style-type: none"> Diagrama de KJ Diagrama de Árvore Modelo e Kano QFD Métodos de recolha da Voz do Cliente Benchmarking
<i>Characterize</i> Caracterizar o projecto	<ul style="list-style-type: none"> Transformação dos CTQ's em requisitos funcionais e priorização; Desenvolvimento de conceitos alternativos para o produto/serviço ou processo; Avaliação dos conceitos e selecção do melhor. 	Objectivo: Seleccionar o melhor conceito, definir os elementos da solução e decompor os requisitos funcionais e parâmetros do projecto até ao nível de detalhe mais adequado	Ferramentas: <ul style="list-style-type: none"> Análise de Pugh AHP Matriz Morfológica Projecto Axiomático TRIZ DFMEA e PFMEA Simulação Análise de Valor
<i>Optimize</i> Optimizar o projecto	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento da arquitectura e definição dos parâmetros e variáveis do projecto; Desenvolvimento de testes e avaliação do risco da estrutura para o produto/serviço ou processo; Optimização dos parâmetros e desenvolvimento/optimização das tolerâncias. 	Objectivo: Identificar as funções críticas e otimizar o seu desempenho, integrando a estrutura do espaço das soluções	Ferramentas: <ul style="list-style-type: none"> TRIZ DOE Métodos de Taguchi Simulação Design Scorecards Poka-Yoke Desenho de Tolerâncias
<i>Validate</i> Validar o projecto	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolvimento de testes finais e controlo do processo produtivo; Validação do produto/serviço ou processo e do processo produtivo; Encerramento do projecto. 	Objectivo: Integrar o sistema, construir e testar o protótipo e efectuar os ajustes finais	Ferramentas: <ul style="list-style-type: none"> SPC Poka-Yoke Prototipagem DFMEA e PFMEA Estudos de R&R simulação

Figura 2.13 - Método ICOV do DFSS

Adaptado: (Marques, et al 2008) e (Marques, et al 2006)

O método ICOV ou IDOV é geralmente utilizado no mundo da produção, sendo que também pode ser usado em outros âmbitos. Por outro lado, o DMADV pode ser aplicado em qualquer âmbito, uma vez que possui uma aplicabilidade bastante semelhante ao DMAIC (projectos 6 Sigma tradicionais):

Definição:

- Definição dos objectivos do projecto e das actividades de concepção;
- Definição das necessidades e motivo de concepção;
- Definição das necessidades do cliente e da estratégia da organização.

Medição:

- Determinação dos CTQ's;
- Transformação das necessidades do cliente em objectivos do projecto.

Análise:

- Análise das várias opções de resolução;
- Determinação do desempenho das melhores soluções.

Design:

- Concepção do novo produto/serviço ou processo;
- Validação da concepção em termos de alcance dos objectivos definidos anteriormente.

Verificação:

- Verificação da concepção da eficácia do novo produto/serviço ou processo nas condições reais da organização.

As ferramentas e métodos geralmente aplicados ao DMADV são bastante semelhantes ao método ICOV.

2.3.9.8 Ferramentas e técnicas utilizadas no método DMAIC

A metodologia 6 Sigma representa muito mais do que uma forma organizada de melhoria de determinado processo, sendo também considerada como uma estrutura que agrega técnicas e ferramentas básicas da qualidade com o grande suporte da gestão. É compreensível que

grande parte do seu sucesso se deva à aplicação sistemática e disciplinada destas ferramentas e técnicas. A aplicação das ferramentas e técnicas na metodologia 6 Sigma, mais especificamente no método DMAIC, deve ser realizada segundo critérios rigorosos de cada fase da metodologia. No entanto as suas aplicações estão bastante dependentes da eficiência esperada, da formação adquirida, do compromisso da gestão de topo, do tipo de organização em que o processo está inserido etc. Muitas das ferramentas e técnicas utilizadas podem ser aplicadas em mais do que uma fase da metodologia, uma vez que os seus propósitos podem coincidir com os objectivos das tarefas de cada fase (Antony, 2006). As ferramentas geralmente aplicadas no 6 Sigma dividem-se em três grupos:

- Ferramentas de análise de causas;
- Ferramentas de recolha e análise de informação;
- Ferramentas de evolução e decisão;
- Ferramentas de criação de ideias;
- Ferramentas de análise de processo;
- Ferramentas de planeamento e implementação de projectos;
- Sete ferramentas básicas da qualidade;
- Sete novas ferramentas de gestão e planeamento;
- Ferramentas estatísticas.

Seguidamente serão descritas de forma sucinta as ferramentas e técnicas utilizadas neste projecto.

Matriz RACI

A delegação de tarefas é um papel essencial na gestão de projectos, uma vez que a atribuição de tarefas a determinados colaboradores ou equipas é extremamente importante na organização e gestão do capital humano. Assim a Matriz RACI (Responsável, Executor, Consultado e Informado) vem contribuir bastante para a organização desta informação, sendo uma ferramenta que atribui tarefas, actividades, metas ou decisões a membros da equipa de projecto, a fim de os informar quanto às suas expectativas sobre o nível de participação. A cada membro da equipa é designada uma função ou responsabilidade de acordo com a hierarquia RACI.

- Responsável – Pessoa responsável pelo cumprimento de uma tarefa e pela aprovação do trabalho realizado;
- Executor – Pessoa responsável pela realização da tarefa;
- Consultado – Pessoa responsável por dar apoio específico ao executor;
- Informado – Pessoa que necessita estar informada pelo progresso e cumprimento a tarefa.

Para mais informação sobre exemplos e construção da Matriz RACI sugere-se a consulta de (Haughey, 2010).

Declaração de projecto

A declaração de projecto é uma óptima ferramenta na fase de Definição, mais precisamente na fase de planeamento do novo projecto. Esta ferramenta é um documento de identificação do projecto, em que devem constar os seguintes aspectos:

- Informação geral do projecto;
- Identificação da equipa e das respectivas funções;
- Descrição do problema, objectivos e meta atingir;
- Planeamento do projecto;
- Definição de recursos e quantificação de custos;
- Definição do cliente do projecto e benefícios;
- Descrição dos riscos e constrangimentos do projecto.

Para mais informação sobre exemplos e construção da Declaração de projecto sugere-se a consulta de Pyzdek (2003).

SIPOC

A ferramenta SIPOC (*Suppliers, Input, Process, Output, Costumer*) permite obter um mapa do processo a nível macro, possibilitando a compreensão tanto do processo como outros aspectos que lhe estão ligados. Estes elementos dividem-se em:

- Fornecedores (*Suppliers*) – entidades que abastecem a todos os níveis as necessidades do processo;
- Entrada (*Input*) – componentes (matéria-prima, peças, informação, etc.) que dão entrada no processo;
- Processo (*Process*) – sequência de actividades que perfazem a construção de um produto ou serviço;
- Saída (*Output*) – resultado final do processo, ou seja, produto, serviço e informação;
- Cliente (*Costumer*) – entidade receptora do produto ou serviço.

Para mais informação sobre exemplos e construção do SIPOC sugere-se a consulta de Pyzdek (2003).

Diagrama de Pareto

O Diagrama de Pareto é uma das sete ferramentas básica da qualidade que traduz de uma forma bastante simples a contribuição de cada causa, permitindo a sua hierarquização, identificando e concentrando os esforços de resolução sobre as causas que contribuem com maior peso a resolução de problemas. Esta ferramenta consiste num gráfico de barras que representa de forma ordenada as ocorrências e respectivas frequências de cada causa. Este gráfico segue o princípio de Vilfredo Pareto, que considera que 80% dos problemas identificados num processo são causados por 20% das suas causas.

Para mais informação sobre exemplos e construção do Diagrama de Pareto sugere-se a consulta de Naumann e Hoisington (2001), Pyzdek (2003), Pereira e Requeijo (2008) e Westcott (2009)

Diagrama de Afinidades

O Diagrama de Afinidades é uma das sete novas ferramentas de gestão e planeamento, que permite organizar bastante informação (frases, ideias, temas etc.) por critérios de afinidade que possam existir entre as diversas informações. É uma ferramenta que permite reduzir a informação ao principal e em termos qualitativos, possuindo como objectivo a clarificação de um problema e tendo uma visão global do conjunto de relações.

Para mais informação sobre exemplos e construção do Diagrama de Afinidades sugere-se a consulta de Naumann e Hoisington (2001), Pyzdek (2003) e Pereira e Requeijo (2008).

Diagrama de Relações

Esta ferramenta faz parte do conjunto das sete ferramentas utilizadas na gestão e planeamento e tem como objectivo a identificação das causas fundamentais do problema, uma vez que estabelece inter-relações entre causas e efeitos. Uma vez que um problema pode ser composto por diversas causas ou factores, esta ferramenta permite compreender e ter uma perspectiva ampla de todo o problema e quantificar as causas e os efeitos, através da quantificação do número de saídas (causas) e entradas (efeitos) de cada factor.

Para mais informação sobre exemplos e construção do Diagrama de Relações sugere-se a consulta de Naumann e Hoisington (2001), Pyzdek (2003) e Pereira e Requeijo (2008).

Diagrama em Árvore

O Diagrama em Árvore é uma das sete ferramentas utilizadas na gestão e no planeamento, possibilitando ilustrar com grande detalhe todas as alternativas existentes em determinado processo e a estrutura de relação entre os diversos elementos, uma vez que se vai detalhando por níveis de exigência. Esta ferramenta permite também definir actividades necessárias à melhoria do desempenho do processo, encorajando colaboradores a expandir o seu pensamento na criação de soluções, de forma a obter um planeamento de sucesso.

Para mais informação sobre exemplos e construção do Diagrama em Árvore sugere-se a consulta de Naumann e Hoisington (2001), Pyzdek (2003) e Pereira e Requeijo (2008).

Fluxograma

O fluxograma é uma ferramenta que representa o mapa de um processo, ilustrando de uma forma sequencial todas as tarefas e alternativas que perfazem um produto ou serviço. A grande vantagem é a representação da estrutura do processo, como também a compreensão da relação das diversas actividades. Este diagrama é uma das sete ferramentas que a qualidade emprega na compressão dos diversos cursos das acções e nas decisões que podem ocorrer em determinado processo.

Para mais informação sobre exemplos e construção do Fluxograma sugere-se a consulta de Naumann e Hoisington (2001), Pyzdek (2003) e Pereira e Requeijo (2008).

Diagrama de Ishikawa

Este diagrama também conhecido como Diagrama de Causa-Efeito, ou Diagrama de Espinha de Peixe, faz parte do conjunto das sete ferramentas da qualidade e é especialmente utilizada em trabalho de equipa, permitindo organizar e visualizar um conjunto de causas com os efeitos. A informação de determinado problema pode ser bastante grande, sendo que a sua organização é fundamental para a compreensão de todo o problema. Assim, a estrutura deste diagrama pode ser classificado com os seguintes grupos de divisão da informação (causas e efeitos):

- Método;
- Matéria-prima;
- Mão-de-obra;
- Máquinas;
- Medição;
- Meio ambiente.

A estruturação hierárquica das potenciais causas de um problema ou oportunidades de melhoria, bem como os seus efeitos sobre a qualidade de um produto ou serviço podem ser representadas por esta ferramenta.

Para mais informação sobre exemplos e construção do Diagrama de Ishikawa sugere-se a consulta de Naumann e Hoisington (2001), Park (2003), Pyzdek (2003), Pereira e Requeijo (2008) e Wescott (2009).

Matriz Causa-Efeito

Esta ferramenta também geralmente conhecida por Diagrama Matricial e que faz parte do grupo das sete ferramentas da qualidade, permite definir o grau de relação entre dois conjuntos de elementos. A partir do preenchimento da matriz com o grau de relação, é possível classificar os elementos através do ranking dos mesmos. O grau de relação entre os elementos deve ser realizado através de símbolos ou através de pesos numéricos, sendo também atribuído o respectivo peso numérico a cada símbolo:

- Relação forte – 9;
- Relação média – 3;
- Relação fraca – 1;

Quando não se verifica qualquer tipo de relação não é atribuído nenhum peso ou símbolo. O peso numérico pode variar, consoante a ênfase que se pretenda dar ao tipo de relação.

Para mais informação sobre exemplos e construção do Matriz Causa-Efeito sugere-se a consulta de Pereira e Requeijo (2008) e Pyzdek (2003).

Teste de Hipóteses de proporções de duas amostras

Esta técnica permite a comparação de duas populações, possibilitando afirmar se são significativamente diferentes. Considera-se duas amostras binomiais (cada tentativa resulta apenas em duas possibilidades, sucesso ou fracasso), p_1 e p_2 , e baseadas na aproximação à

Distribuição Normal. Sendo as duas amostras aleatórias de dimensão n_1 e n_2 de duas populações e x_1 e x_2 o número de observações ou ocorrências registadas nas respectivas amostras, tem-se que as proporções estimadas são determinadas por:

$$\hat{p}_1 = p_1$$

$$\hat{p}_1 = p_1$$

$$\text{Proporção} = p = \frac{x_{x_i}}{n_j}, j = 1, 2 \text{ e } i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \quad (2.4)$$

Assim tem-se o seguinte teste:

$$\left| \begin{array}{l} H_0 : p_1 = p_2 \\ H_1 : p_1 \neq p_2 \end{array} \right| \Leftrightarrow \left| \begin{array}{l} H_0 : p_1 - p_2 = 0 \\ H_1 : p_1 - p_2 \neq 0 \end{array} \right| \Rightarrow \text{Teste bilateral} \quad (2.5)$$

$$\text{Estatística de teste: } Z_0 = \frac{(p_1 - p_2) - (p_1' - p_2')}{\sigma_{p_1 - p_2}} \quad (2.6)$$

$$\text{Sendo } \sigma_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{p_1'(1 - p_1')}{n_1} + \frac{p_2'(1 - p_2')}{n_2}} \quad (2.7)$$

$$\text{Ou seja, } Z_0 = \frac{(p_1 - p_2) - (p_1' - p_2')}{\sqrt{\frac{p_1'(1 - p_1')}{n_1} + \frac{p_2'(1 - p_2')}{n_2}}} \quad (2.8)$$

Sendo aproximadamente distribuído por $N(0,1)$

Rejeita-se a hipótese nula se: $|Z_0| > z_{\alpha/2}$ ou $|Z_0| < -z_{\alpha/2}$

Para mais informação sobre exemplos e construção de um Teste de Hipóteses de Proporções sugere-se a consulta de Montgomery (2001).

Matriz de Prioridades

Esta ferramenta é mais uma do conjunto das sete que a qualidade utiliza para a melhoria, sendo que esta tem como objectivo avaliar um conjunto de possíveis soluções e tomar decisões a partir dos resultados. A necessidade de estabelecer critérios e ponderações, permite determinar as soluções, ou opções mais eficazes de acordo com os índices de prioridade, baseados nos critérios e ponderações previamente estabelecidos. Assim, é possível seleccionar as opções que mais se adequam à resolução do problema.

Para mais informação sobre exemplos e construção de uma Matriz de Prioridades sugere-se a consulta de Naumann e Hoisington (2001), Park (2003), Pyzdek (2003) e Pereira e Requeijo (2008)

2.3.10 A organização e o 6 Sigma

A implementação de projectos 6 Sigma numa organização pressupõe a existência de uma estrutura organizada de colaboradores, especializados nas ferramentas da qualidade e na própria metodologia 6 Sigma. Esta estrutura hierárquica é uma característica fundamental da metodologia, pois permite garantir a atribuição organizada de recursos às diversas actividades de melhoria de desempenho. A estrutura é composta por *Leadership*, *Sponsor*, *Champion*, *Master Black Belt*, *Black Belt*, *Green Belt* e *Yellow Belt* (figura 2.14).

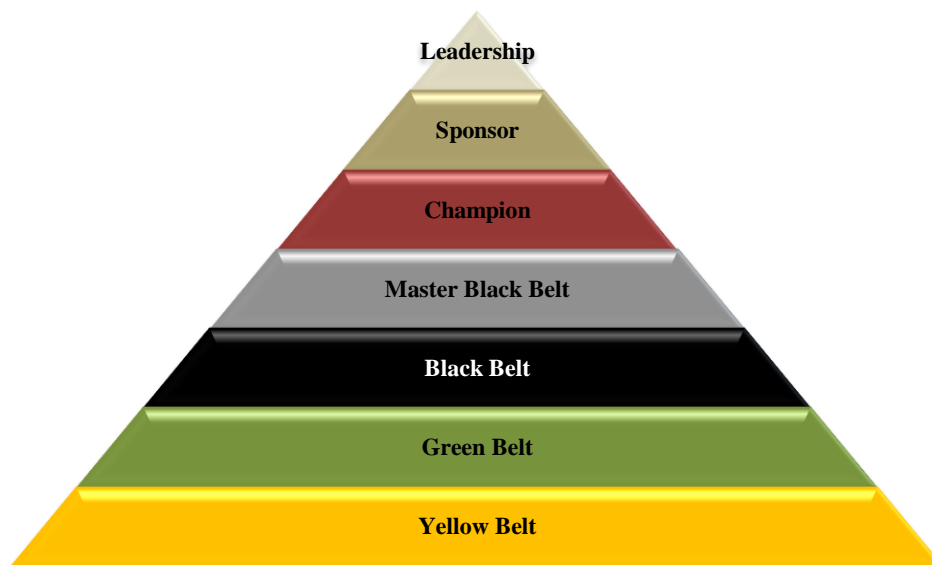


Figura 2.14 - Estrutura hierárquica do 6 Sigma

Leadership:

O *Leadership* é geralmente o CEO (*chief executive officer*) de uma organização, tendo desta forma a autoridade necessária para fornecer os meios e os recursos essenciais para a obtenção dos objectivos estratégicos. O compromisso desta entidade com o projecto 6 Sigma é fundamental para o sucesso da implementação das melhorias.

Sponsor:

Um Patrocinador de um projecto 6 Sigma (*Sponsor*), é um executivo sénior, responsável por uma área ou processo da organização e compromete-se profundamente com o projecto uma vez que é o colaborador que mais beneficia com o sucesso do projecto.

Champion:

A função deste elemento prende-se com a gestão do projecto, uma vez que as suas capacidades e conhecimentos da metodologia e das ferramentas auxiliam na progressão do projecto e no seu sucesso. Em organizações com dimensão considerável, o Vice-presidente pode tornar-se num *Champion* e liderar projectos em tempo inteiro.

Master Black Belt:

Os colaboradores com classificação de MBB (*Master Black Belt*), têm a responsabilidade pela implementação estratégica dos projectos na organização e devido aos seus altos conhecimentos da metodologia, são responsáveis pela formação e orientação de *Black Belts*, *Green Belts* e respondem pelos seus erros. A aplicação de estatística no projecto deve ser quando possível realizada por MBB's (Master Black Belt, 2003).

Black Belt:

A execução dos diversos projectos de melhoria e concepção de produtos/serviços ou processos são da responsabilidade do BB (*Black Belt*), como também a de orientar e liderar a equipa de trabalho. Este, para além de possuir conhecimentos da metodologia 6 Sigma e respectivas ferramentas, deve ter experiência nas suas aplicações e sentir-se à vontade com o uso da base de dados, métodos estatísticos e softwares de análise estatística. Como preparação, um *Black Belt* deve receber formação individual e em equipa de cerca de 160 horas, administrados por um *Master Black Belt* ou por entidades certificadoras.

Green Belt:

Green Belts, são colaboradores com um nível de conhecimentos da metodologia e das respectivas ferramentas, abaixo dos *Black Belts*, mas que são capazes de liderar e gerir projectos 6 Sigma numa menor escala, uma vez que possuem um amplo conhecimento dos produtos/serviços ou processos da organização, sendo sempre uma necessidade fundamental na tarefa de melhoria. A sua formação é composta por 5 dias de fundamentos teóricos e conjugada com projectos reais de 6 Sigma, abrangendo a gestão de projectos, ferramentas de gestão e controlo da qualidade, análise de dados e identificação de soluções. Os *Black Belts* normalmente auxiliam e dão suporte aos projectos dos *Green Belts*.

Yellow Belt:

Por fim, o grau de *Yellow Belt*, possui conhecimentos básicos da metodologia 6 Sigma e não possui competências para a gestão de projectos, como acontece com os *Green Belts* e *Black Belts*. As suas principais funções centram-se no desenvolvimento de mapas de processo e na identificação de processos com deficiência operacional. Contudo, podem muitas vezes ser responsáveis pela realização de pequenos projectos, utilizando o processo de melhoria PDCA (*Plan, Do, Check, Act*).

2.4 O futuro do 6 Sigma

A metodologia 6 Sigma é uma filosofia de trabalho que tem evoluído gradualmente com os resultados obtidos nas diversas organizações da área da indústria e dos serviços, não sendo esta evolução exclusiva aos conceitos e áreas aplicáveis mas também às ferramentas e às técnicas utilizadas. Contudo, é difícil de prever o próximo passo da evolução desta metodologia.

Para Kwak e Anbari (2006), o 6 sigma persistirá durante muitos mais anos, uma vez que representa uma das principais iniciativas de melhoria dos processos de gestão, focalizando-se na melhoria do desempenho das organizações e não apenas na identificação e quantificação de defeitos. Muitos esforços têm sido feitos na integração com outras filosofias de gestão inovadoras, tentando tornar ainda mais atractivo para as organizações a implementação do 6 Sigma, como é o caso do TQM, do *Lean management*, normas ISO 9000 e 9001 e do PDCA. Estas integrações originam a “comercialização” da metodologia mas com novos nomes, como é o caso *Lean Six Sigma* (Feng & Kapur, 2007)

A implementação de projectos 6 Sigma só continuará até ao instante em que os resultados líquidos das organizações sejam favoráveis, ou seja, até ao momento em que a organização consiga retirar benefícios da sua implementação. O verdadeiro problema está na capacidade de abordagem dos *Black Belt's* aos problemas, uma vez que nem todos possuem aptidões suficientemente adequadas aos desafios apresentados. Outro obstáculo que se opõe à continuação do desenvolvimento do 6 Sigma é o pensamento dos gestores das organizações, ao pretenderem a resolução de todos os seus problemas de uma só vez. Apesar destas barreiras, o 6 Sigma provavelmente continuará a crescer, uma vez que a sua base de análise é centrada em fortes princípios estatísticos (Antony, 2004).

Actualmente tem sido abordada a metodologia “*Lean six sigma*”, em que a filosofia *Lean Management* (optimização do processo) é conjugada com a metodologia “*Six Sigma*”. É expectável que futuramente existirão outras ligações (Edgeman, et al 2004) como sejam:

- A percepção da limitação dos recursos naturais permite considerar a aposta na integração do modelo de sustentabilidade BEST, baseado nos princípios da biofísica, ambiental, social e tecnológico, com a metodologia 6 Sigma, o que resultaria num “*BEST Six Sigma*”;

- Por outro lado, o consumo desenfreado de recursos naturais das organizações poderia permitir a implementação de projectos “*Lean BEST Six Sigma*”, como forma de optimização dos desperdícios dos recursos naturais das organizações;
- O consumo insaciável por novos e melhores produtos resultará num ajuste da abordagem DFSS (*Design For Six Sigma*), integrando-se com a filosofia *Lean* para optimização do processo de concepção, “*Lean Design*” ou “*Lean DFSS*”.
- A gestão do conhecimento a partir do método CSUE (Criar e Capturar, Guardar e Partilhar, Utilizar e Avaliar) pode ser integrada com a metodologia 6 Sigma, mais precisamente com o método DMAIC (Kumar, et al 2008):
 - Definição – apuramento de acontecimentos;
 - Medição – Recolha de dados;
 - Análise – Criação e recolha de informação;
 - Melhoria – Partilha do conhecimento e sua utilização;
 - Controlo – manutenção do conhecimento e sua avaliação.

Por fim, o 6 Sigma como qualquer outra estratégia de melhoria, entrará em declínio, principalmente devido ao modo de aplicação dos gestores que pretendem retirar resultados rápidos. Assim, é necessário que se esteja constantemente a inovar, tanto no desenvolvimento de técnicas, como também nas ferramentas utilizadas pelo 6 Sigma.

2.5 Áreas dos serviços a que se pode aplicar projectos seis sigma

Muitas são as possibilidades de implementação de projectos 6 sigma no sector dos serviços. O importante é definir rigorosamente a característica do processo que se irá medir, de forma a garantir que esta seja crítica para a satisfação do cliente e o nível de qualidade do serviço. De seguida será apresentado um resumo das potenciais áreas de aplicação de projectos seis sigma no sector dos serviços:

Tabela 2.5 - Potenciais áreas dos serviços a que se pode aplicar projectos Seis Sigma

Fonte: (Antony, et al 2007)

Tipo de serviço	Potencial projectos seis sigma
Bancário	Tempo de processamento de transferências electrónicas, número de erros de processamento, quantidade de reclamações dos clientes recebidas, quantidade de avarias de caixas multibanco, duração das avarias das caixas multibanco, etc.
Cuidados de saúde	Proporção de erros médicos, tempo de atendimento nas urgências hospitalares, quantidade de cirurgias com sucesso, número de maus diagnósticos, tempo de atendimento na recepção de um hospital.
Financeiros e contabilidade	Erros de pagamento, erros de facturação, erros de inventário, relatórios incorrectos de receitas e custos, etc.
Função pública	Demora na prestação de serviços, número de erros de facturação, tempo de espera da do restabelecimento de um serviço devido a uma falha ou erro, etc.
Logísticos	Número de artigos expedidos erradamente, quantidade de erros de expedições devido a moradas incorrectas, atrasos nas entregas das encomendas, erros de encomenda por parte do cliente, etc.
Industrial aérea	Erros de reserva de bilhetes, perda de bagagens, tempo de espera por efectuar o <i>check-in</i> , etc.

2.6 Benefícios da implementação da metodologia 6 Sigma

Se uma organização se encontra a executar as suas actividades (produção ou serviços) correctamente, porque deverá ponderar a implementação da metodologia Seis Sigma? Porque será tão interessante considerar um investimento para aplicação desta metodologia? A resposta encontra-se nos resultados de diversas organizações como a Motorola, GE, Allied Signal, DuPont e outras, que foram pioneiras na implementação desta metodologia. Para além dos benefícios imediatos, como a redução de custos, a redução de defeitos, a melhoria e o aumento da produtividade, a redução do tempo de ciclo do processo, o aumento de quotas de mercado e o desenvolvimento de produtos e serviços, existe um outro conjunto de benefícios que não são imediatamente perceptíveis. O Seis Sigma permite:

- Gerar sucesso sustentado. John Chambers, director geral da Cisco Systems, afirma que a única maneira de continuar o crescimento percentual de dois dígitos e de possuir uma dinâmica no mercado, é a partir da inovação e da modificação e melhoria dos processos da organização. O Seis Sigma possibilita a criação de cultura e de

competências, permitindo uma renovação constante das actividades de uma organização e consequentemente a sustentação da organização.

- Definir uma meta de desempenho para toda a gente. É bastante difícil direccionar todos os colaboradores de uma organização para um objectivo comum, e por outro lado cada sector ou área de negócio de uma organização, possui objectivos e metas próprios. Contudo, todos os colaboradores têm em comum a responsabilidade de entregar um produto, serviço ou informação a um cliente interno ou externo. É a partir desta estrutura de negócio (processo e cliente) que o Seis Sigma permite desenvolver um desempenho bastante próximo de um nível perfeito. Quando se compreende inteiramente as necessidades do cliente, é possível estimar e avaliar o seu desempenho e comparar com o objectivo ou meta do Seis Sigma (99,9997% de desempenho), um padrão tão elevado que transmite um contraste bastante significativo quando comparado com um desempenho de 99%. A tabela seguinte evidencia a diferença entre os dois desempenhos:

Tabela 2.6 - Diferença entre o desempenho a 99% e a 99,9997%

Adaptado: (Peter, et al 2000)

Desempenho com 99%	Desempenho com o Seis Sigma (99,9997%)
<u>Em cada 300.000 cartas entregues</u>	
3000 Cartas não entregues correctamente	1 Carta não entregue correctamente
<u>Em cada 500.000 computadores reiniciados</u>	
4100 Falham	<2 Falham
<u>Em cada 500 balanços de fim de mês</u>	
Em 60 meses não são realizados os balanços	Em 0,18 meses não são realizados balanços
<u>Em cada semana de transmissão de televisão (por canal)</u>	
1,68 Horas de não transmissão	1,8 Segundos de não transmissão
<u>Em cada mês de energia eléctrica</u>	
7 Horas de falta de energia eléctrica no mês	1 Hora de falta de energia em 34 anos
<u>Aterragens de emergência de aviões</u>	
1 Aterragem de emergência por dia num aeroporto dos U.S.A.	1 Aterragem de emergência em 5 anos em todos os aeroportos dos U.S.A.

- Optimizar o valor para o cliente. Quando a General Electric se iniciou nos projectos 6 sigma, os administradores admitiram que a qualidade dos seus produtos não era a que desejavam, apesar de provavelmente ser melhor que outras organizações. Jack Welch afirmou, “Queremos tornar a nossa qualidade tão especial, tão valiosa para os nossos clientes, de forma tão importante para seu sucesso, que os nossos produtos tornem-se a sua única escolha com real valor”. Com uma concorrência tão apertada em todos os negócios, a garantia do sucesso de uma organização não está só dependente de bons produtos/serviços ou de produtos defeituosos, mas também da capacidade de compreender quais os reais valores para o cliente (e potenciais clientes), e planear como fazer a sua entrega de uma forma rentável.
- Acelerar o ritmo de melhoria. Com as expectativas de melhoria dos clientes a serem cada vez mais exigentes, a organização que conseguir melhorar mais rapidamente, possuirá uma mais-valia nos seus processos. Através de muitas ferramentas e ideias de diversos temas e áreas de ensino, a metodologia Seis Sigma apoia a organização não só a melhorar o desempenho mas também a “melhorar a melhoria”, ou seja o ritmo de melhoria. O objectivo da Motorola em ter uma melhoria de 100 vezes em quatro anos é um perfeito exemplo de ambição de uma organização orientada para a competitividade.
- Fomentar aprendizagem e “cross pollination”³. A metodologia Seis Sigma permite aumentar e acelerar o desenvolvimento e partilha de novas ideias dentro de uma organização, mesmo em empresas com áreas bastante diversas. Colaboradores com conhecimentos e com experiencia em processos e em gestão e melhoria dos mesmos, podem ser deslocados de uma secção de uma organização para outra totalmente distinta, “transportando” novas ideias e perspectivas, e capacidades para as aplicar mais rapidamente, não sendo necessário muito tempo de aprendizagem das noções do sector.
- Efectuar mudanças estratégicas. O Seis Sigma ao permitir ter uma melhor compreensão dos processos e procedimentos da própria organização, possibilita a aquisição de capacidades para realizar pequenas e grandes alterações estruturais, através da introdução de novos produtos, penetrando em novos mercados, adquirindo novas organizações (o que era antigamente actividades ocasionais, são agora bastante

³ Reunir um conjunto de diferentes ideias de diferentes colaboradores, de forma a permitir novas perspectivas e reflexões sobre o trabalho e fomentando desta forma novas ideias e soluções. Consultado em <http://www.mindquarry.com/node/323>

regulares entre as organizações de forma a conseguir responder às exigências do século XXI) (Peter, et al 2000).

Um outro benefício indirecto tem a ver com as alterações culturais da organização ao se aperceber do sucesso dos resultados obtidos, quando implementado um projecto 6 Sigma. Os próprios colaboradores alteram a maneira de abordar o seu trabalho e assim realizam as suas actividades com a consciência do impacto que pode ter nos resultados da organização (Pyzdek, 2003).

Seguidamente serão apresentados alguns exemplos dos benefícios e resultados de algumas organizações de serviços:

Tabela 2.7 - Exemplo de benefícios e resultados de algumas organizações

Fontes: (Antony, et al 2007) e (Kwak & Anbari, 2006)

Serviço	Problema	Resultados	Benefícios
Cuidados de saúde/cuidados dos médicos	Aumentar a prestação de serviços de radiologia e diminuir os custos associado. Pouca segurança dos doentes devido a elevados erros laboratoriais. Urgências sobrelotadas.	Aumento significativo da prestação de serviços de radiologia e diminuição dos custos associados. Redução da medicação e de erros laboratoriais. Redução do tempo de transferência de um doente nas urgências para o internamento hospitalar.	Aumento de 33% de serviços de radiologia e redução de 22% nos custos associados, permitindo uma poupança de 1,2 milhões de dólares. Melhoria significativa da segurança dos doentes e 600.000 dólares de lucro. Redução do tempo de 53 para 23 minutos de permanência na sala de espera das urgências.
Operações bancárias	Reduzir reclamações dos clientes. Demasiados retornos de chamadas internas e externas e tempo de solicitação de crédito excessivamente longo. Excessivas falhas no processo de “relação com o cliente”, na abertura de contas, pagamentos e depósitos de cheques. Demasiado tempo de prestação do serviço, resultando na insatisfação do cliente. Elevadas devoluções de solicitação de renovação de cartões de crédito por mês. Perda de cotas de mercado devido a erros da transacção e elevados custos com correcção de pedidos electrónicos em investimentos numa unidade bancária.	Redução significativa das reclamações dos clientes e aumento da satisfação do cliente. Redução do tempo de retorno de chamadas internas e externas e tempo de solicitação de crédito. Redução das falhas no processo de “relação com o cliente”. Diminuição do tempo de ciclo dos processos. Redução significativa das devoluções de solicitação de renovação de cartões de crédito. Redução dos erros de transacção e redução dos custos associados à correcção de pedidos electrónicos.	Aumento de 10,4% da satisfação do cliente e redução das reclamações dos clientes em 24%. Diminuição em 80% do retorno de chamadas internas, 85% do retorno das chamadas externas e de 50% no tempo de solicitação de crédito Aumento da satisfação do cliente, aumento da eficiência do processo e redução de 30% do tempo de ciclo do processo. Redução de 67% do tempo de decisão de crédito (de 28 dias para 51 dias) e aumento da satisfação do cliente. Redução de defeitos de 13500 DPMO para 6500 DPMO. Poupança de alguns milhões de dólares e recuperação da moral dos colaboradores da unidade bancária.
Serviços financeiros	Elevados custos administrativos. Elevado tempo de transferência de capital entre companhias financeiras e bancos.	Redução dos custos administrativos. Redução de 40% do tempo de transferências.	Poupança de aproximadamente 75000 dólares por ano. Poupança de aproximadamente 400000 dólares por ano.
Serviços públicos	Falhas no serviço de entregas. Elevados custos e insatisfação do cliente devido a reclamações com contratos de empresas públicas de escavação, colocação de cabos etc.	Melhoria dos serviços de entrega. Redução das reclamações de contractos.	Poupança de 1,5 milhões de dólares. Redução das reclamações de 109 para 55 durante o ano 2000-2001.
Outros	Mau desempenho numa companhia de logística. Deficiências nos processos gerais da <i>British Telecom Wholesale</i> , resultavam em custos demasiados altos (www.celerantconsulting.com)	Redução do número de atrasos nas entregas de encomendas. Melhorias significativas nos processos.	Melhoria do nível sigma de desempenho de 2,43 (176000 DPMO) para 3,94 (7400 DPMO), melhoria da satisfação do cliente e aumento de cotas de mercado, resultando numa poupança de aproximadamente de 400000 dólares. Lucros ascenderam a 77 milhões de dólares (redução de custos, melhoria da gestão da manutenção), aumento da satisfação do cliente, criação de uma linguagem de melhoria de processos de negócio comum e criação de uma ligação entre a estratégia e a realização.

2.7 Norma ISO 9000 e o 6 Sigma

2.7.1 Definição e conceito das Norma ISO

A ISO (*International Organization for Standardization*), organização não governamental, fundada em Genebra (Suíça) em 1947, desenvolveu técnicas de normalização que permitem acrescentar valor a todo o tipo de negócios das organizações, através da divulgação de boas práticas empresariais. É uma organização que apoia o desenvolvimento e produção de produtos e serviços eficientes e seguros, tendo sempre como objectivo a protecção dos consumidores e utilizadores dos produtos e serviços.

A família das Normas ISO 9000 é formada pelas normas 9000, 9001 e 9004. Cada uma destas Normas é essencial para a compreensão, implementação e melhoria de um eficiente e eficaz Sistema de Gestão da Qualidade:

- A norma ISO 9000:2005 – Fundamentos e Vocabulário de Sistemas de Gestão da Qualidade: compreende um conjunto de descrições dos fundamentos e nomenclaturas de um SGQ (Sistema de Gestão de Qualidade);
- A norma ISO 9001:2008 – Requisitos de Sistemas de Gestão da Qualidade: descreve os requisitos de um SGQ necessários para que uma organização consiga colocar produtos e serviços no mercado capazes de satisfazer as necessidades dos clientes e as leis em vigor;
- A norma ISO 9004:2000 – Linhas de orientação para a melhoria de desempenho de Sistema de Gestão da Qualidade: contempla orientações destinadas a um conjunto de objectivos mais específicos do que a ISO 9001:2008. Esta Norma, para além do objectivo de satisfazer as necessidades dos clientes, tem também o intuito de melhorar o desempenho global da organização através do aumento da eficiência e eficácia da SGQ (Pereira & Requeijo, 2008).

Assim, a serie das normas ISO 9000 representa um conjunto de requisitos, indicações e procedimentos que permitem estabelecer um modelo de gestão, de forma a dotar as organizações de um conjunto de ferramentas de suporte à eficiência e eficácia da mesma. A série de Normas ISO 9000 foi publicada em 1987, sendo revista em 1994, 2000, 2005 e 2008. No início do ano 2001 mais de 300.000 empresas de todo o mundo já tinham sido certificadas pela Norma ISO 9001:2000 e em finais de 2006 mais de 1.000.000 tinham certificados da ISO 9001:2000 (Croft, 2008).

A origem e a evolução história das Normas ISO 9000 e do 6 Sigma são bastante diferentes. A origem da ISO 9000 remonta aos padrões de qualidade desenvolvidos na década de 1920 pela indústria de aviação Inglesa e pela Força Aérea dos Estados Unidos da América, reduzindo a necessidade de inspecções ao aprovando a conformidade da qualidade das peças dos fornecedores. Em 1970 estas Normas representavam a garantia de qualidade dos produtos dos fornecedores, sendo em 1987 reunidas nas normas ISO 9000. Por coincidência, no mesmo ano o 6 Sigma é lançado como marca registada pela Motorola. Uma questão que se coloca é se as normas ISO 9000 fazem do 6 Sigma um método dispensável. Esta questão está intrinsecamente ligada aos processos de medição, análise e melhoria da ISO 9001, que exige às empresas a instalação de procedimentos de medição de processos e análise de dados, por meio de técnicas estatísticas com a demonstração da melhoria contínua, ou seja, requisitos para a implementação de um sistema de gestão da qualidade, como é demonstrado na figura 2.15.

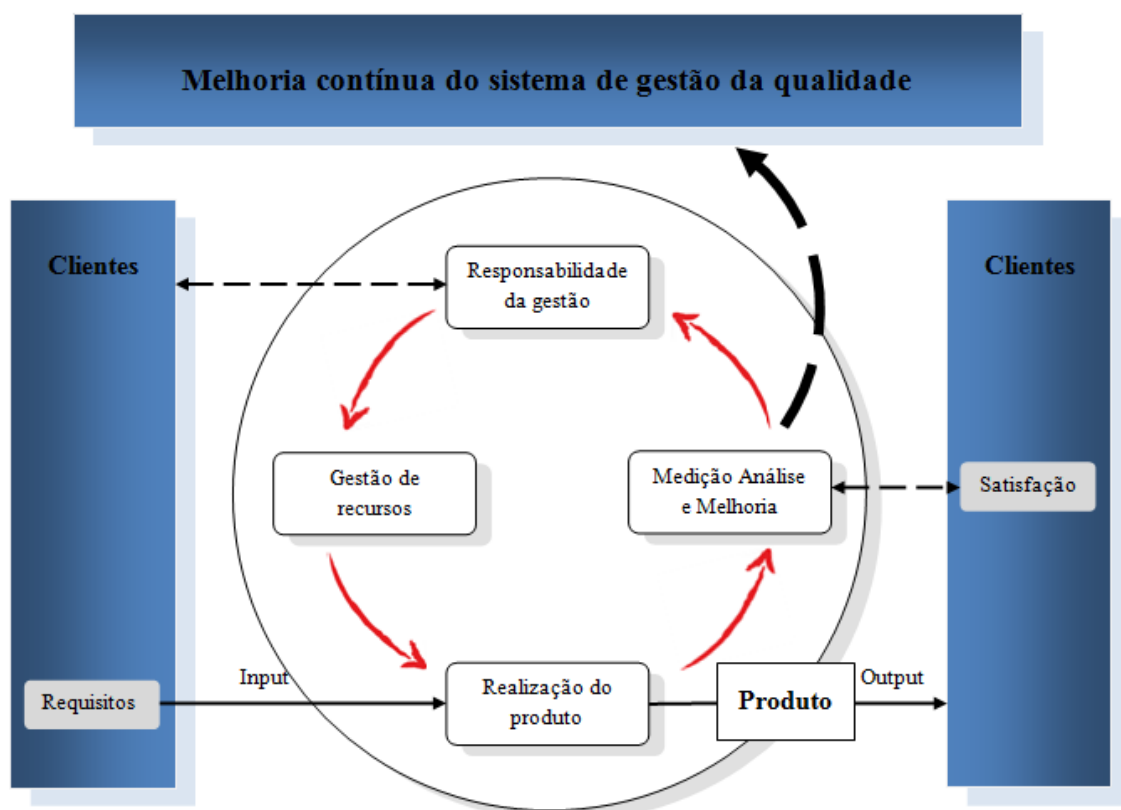


Figura 2.15 - Modelo de um sistema de gestão da qualidade baseado em processos

Fonte: (ISO, 2009)

A Norma ISSO 9001:2008 contempla 20 requisitos reunidos nas quatro áreas do modelo (responsabilidade da gestão, gestão de recursos, realização do produto e medição, análise e melhoria).

2.7.2 Diferenças entre a Norma da série ISO 9000 e a Metodologia 6 Sigma

Para Park (2003), o 6 Sigma é sempre necessário nas organizações independentemente do facto das Normas ISO 9000 serem compatíveis com a organização, acreditando deste modo que estas duas iniciativas não são mutuamente exclusivas e que as suas aplicações têm objectivos diferentes. A metodologia 6 Sigma é aplicada nas organizações com base nas receitas e no lucro, enquanto o principal objectivo das Normas ISO 9000 é a demonstração da capacidade da organização proporcionar produtos ou serviços de acordo com os requisitos dos consumidores. Enquanto as Normas ISO 9000 representam um conjunto mínimo de requisitos para proporcionar negócio, o 6 Sigma é dirigido ao desempenho das organizações, aumentado a melhoria continua. Compreende-se que desta forma a metodologia 6 Sigma seja para além de extrema importância para a organização, seja superior em determinados áreas, como numa melhor taxa de melhoria de processos, no aumento das receitas, no aumento do lucro líquido e numa melhor satisfação dos clientes. Contudo, as Normas ISO 9000 são bastante importantes no compromisso entre a qualidade dos produtos e serviços de uma organização com os requisitos do consumidor, considerando que é possível que em conjunto com o 6 Sigma serem aplicadas na mesma organização, mas visando fins diferentes.

2.7.3 Relação entre o 6 Sigma e a Norma ISO 9000:2005

É possível formar uma estratégia de implementação da metodologia 6 Sigma como solução de melhoria da norma ISO 9000:2005. As novas ideias da nova versão da ISO 9000 no que diz respeito ao processo de abordagem da qualidade de uma organização, é partilhada pela metodologia 6 Sigma, ou seja, melhoria contínua e centralização das necessidades e requisitos do cliente. Este novo conceito implica mudanças e consequentemente envolvimento da gestão de topo, colaboradores motivados e formação. Por outro lado são necessários novos métodos de medição, novas ferramentas de melhoria da qualidade e grande capacidade de liderança, sendo inevitável a necessidade de importantes recursos humanos e financeiros.

2.7.3.1 Processo de abordagem

O processo de abordagem traduz que uma organização é por si própria um processo complexo, com entrada de requisitos e especificações por parte dos clientes resultando produtos e/ou serviços que satisfaçam as especificações e necessidades dos clientes (figura 2.16).



Figura 2.16 - Processo de abordagem

Fonte: (Lupan, et al. 2005)

As vantagens desta abordagem são reveladas nas normas ISO 9000:2005:

- Medição do desempenho e da eficiência do processo;
- Processo de melhoria contínua baseado em medições reais;
- Compreender e realizar as exigências.

2.7.3.2 Integração do método DMAIC no ciclo PDCA

Apesar das claras diferenças entre os objectivos das normas ISO 9000 e da metodologia 6 Sigma, é possível fazer a integração destes dois conceitos. O processo é centrado na integração do método DMAIC da metodologia 6 Sigma por meio do processo de abordagem do ciclo PDCA, que é a base de funcionamento das Normas da série ISO 9000.

O ciclo PDCA (figura 2.17) foi criado por Shewhart em 1939 e desenvolvido por Deming em 1982, sendo o seu objectivo focalizar-se em 4 acções principais do processo de abordagem, Planear, Executar, Verificar e Actuar. Esta ferramenta (ciclo PDCA) abrange todas as exigências das Normas de qualidade e é apresentando como um modelo de gestão para o processo de abordagem, tornando os processos inerentes á gestão mais claros e ágeis. Desta maneira compreende-se facilmente que este ciclo é uma das metodologias mais eficientes na construção da melhoria contínua e uma viga estrutural na gestão pela qualidade total.

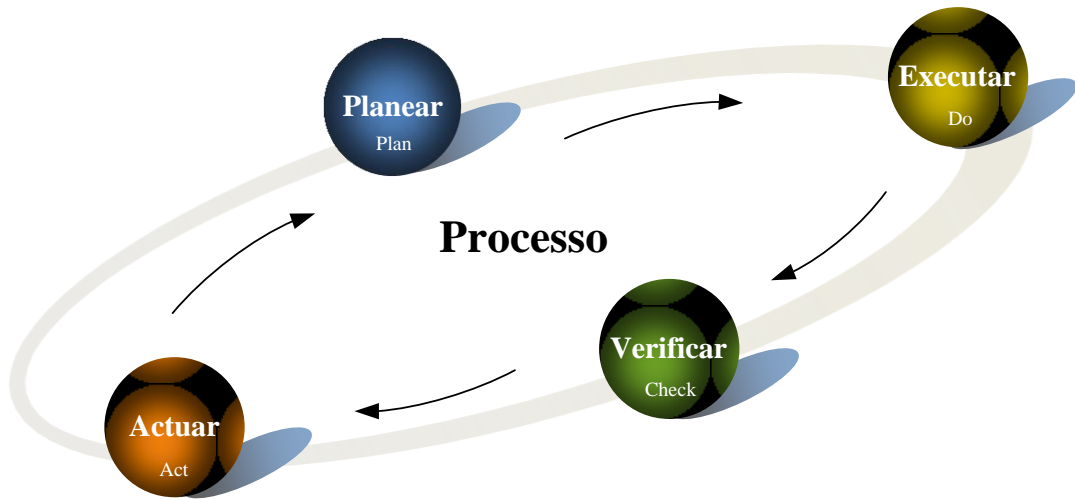


Figura 2.17 - Ciclo PDCA

Assim cada etapa do ciclo PDCA é composto por:

1. Planear (*Plan*) – Estabelecer objectivos, procedimentos e processos necessários, de forma a ir ao controlo dos requisitos do cliente;
2. Executar (*Do*) – Implementar o processo;
3. Verificar (*Check*) – monitorizar, medir e avaliar os processos e resultados, conforme os objectivos e as exigências do produto;
4. Actuar (*Act*) – actuar de acordo com a avaliação, determinar novos planos de acção e tomar acções de melhoria do desempenho do processo, corrigindo eventuais falhas de forma a melhor a qualidade dos mesmos.

A estratégia de integração dos dois métodos, da metodologia 6 Sigma e das normas ISO 9000:2005, é a aplicação do método DMAIC a cada etapa do ciclo PDCA e não só ao processo global (figura 2.18), melhorando a implementação das Normas, mas também a todo o processos da organização abrangidos pelas normas.

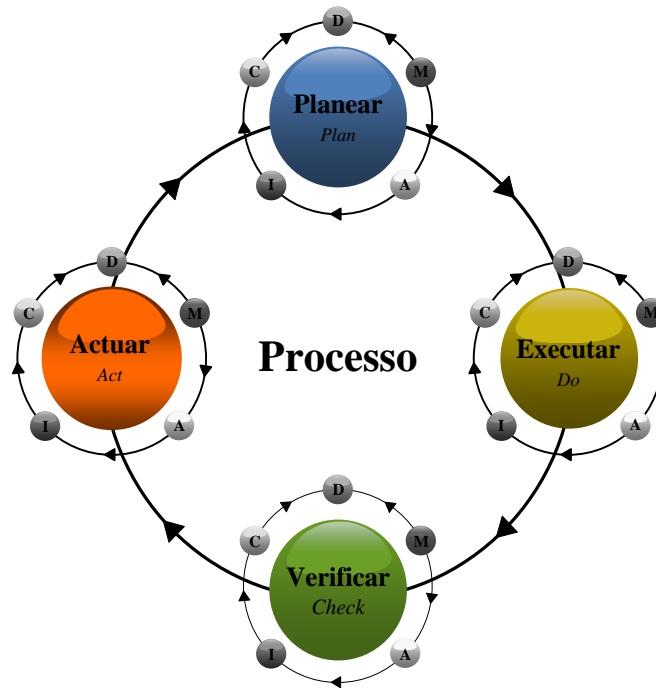


Figura 2.18 - Integração do DMAIC no ciclo PDCA

Fonte: (Lupan, et al. 2005)

Sabendo que o processo de abordagem é dividido em vários sub-processos, como por exemplo o processo dos fornecedores, o processo de projecto, processo de desenvolvimento, processo de distribuição, etc.), é necessário seleccionarem-se as melhores ferramentas para cada etapa do DMAIC, tendo em conta a natureza do processo.

Seguidamente será explicado como o método DMAIC se integra com o ciclo PDCA

Integração do DMAIC com o Planear (*Plan*)

- Definir os objectivos, interligando as exigências das normas da qualidade com os objectivos do Seis Sigma (zero defeitos), compreendendo como e porquê melhorar os sistema da qualidade e porquê aplicar o Seis Sigma.
- Medir o nível sigma da organização e recolher os dados e informação necessária de fontes internas ou externas (consumidores, fornecedores).
- Analisar todos os dados e determinar a quantidade de projectos de melhoria e de recursos humanos (*Black Belts*, *Green Belts*, etc) são necessários.
- Determinar as etapas de melhoria e as ferramentas a utilizar, consoante o nível sigma.
- Estabelecer os procedimentos de controlo. Desenvolvimento de planos de controlo.

Integração do DMAIC com o Executar (*Do*)

- Relacionar as necessidades dos clientes com os processos dos correspondentes departamentos da organização. Definir as prioridades ao nível mais baixo possível.
- Medir a capacidade de cada processo e determinar o nível sigma para todos os processos.
- Analisar os dados e informação de todos os processos, de forma a identificar as causas mais importante na variação dos processos. Seleccionar com base nesta informação o melhor método para reduzir a variação, melhorando a capacidade.
- Gestão da Melhoria dos processos e implementação de modificações de Melhoria, de forma a corrigir os problemas.
- Verificar o estado do processo de melhoria através do Controlo de gráficos e diagramas e comparar os resultados com os valores esperados, indicando quando necessário acções correctivas.

Integração do DMAIC com o Verificar (*Check*)

- Definir os objectivos os processos de melhoria que foram implementados. Estimativa dos processos das ferramentas utilizados, utilizando planos de controlo e cartas de controlo.
- Medir a evolução do nível sigma da organização e de cada processo.
- Analisar os processos de melhoria e determinar uma relação entre o nível alcançado e o desempenho esperado.
- Analisar se as alterações de Melhoria continuam até ao presente momento ou se já foram finalizadas. Seleccionar mais tipos de relatório de forma a possuir novas perspectivas dos dados/resultados.
- Controlar o processo de verificação, como todos os dados envolvidos e controlar as medições que foram realizadas.

Integração do DMAIC com o Actuar (Act)

- Definir novos procedimentos de melhoria de forma a dar continuidade ao processo de melhoria contínua e determinar os processos que necessitam de especial atenção (processos críticos ou processos que tenham grande facilidade para variar).
- Possuir atenção aos indicadores de desempenho (medições), Medir a satisfação dos clientes e as condições de trabalho dos colaboradores, através de questionários.
- Analisar a evolução do sistema de qualidade da organização, os resultados das medições da satisfação dos clientes, nível sigma da organização e outros indicadores da qualidade.
- Seleccionar ferramentas de Melhoria mais “fortes”, treinar novos colaboradores, impor normas de qualidade nos fornecedores e proceder à realização de acções que vão ao encontro do programa da melhoria continua.
- Monitorizar todas as decisões tomadas e Controlar a resposta ao processo de melhoria continua.

O desempenho do processo na fase inicial é ilustrado a partir de gráficos e cartas de controlo. Com o desenrolar do projecto, estas ferramentas vão sendo actualizadas, verificando-se na conclusão do projecto o que foi medido e como se chegou à escolha das acções de melhoria. A evolução e a melhoria do desempenho do processo são imediatamente verificadas.

Após a decisão da gestão de topo de implementar um sistema de normas de qualidade ISO, a organização tem a obrigação de proceder à implementação de algumas alterações (processo de abordagem, centralização no cliente e melhoria continua). A aplicação da metodologia Seis Sigma ao processo de implementação das Normas ISO, é o melhor caminho de otimizar os resultados relativamente à implementação de um sistema de qualidade e consequentemente aumentar a satisfação dos clientes (Lupan, et al. 2005).

4 Caso de Estudo

O caso estudo que se segue, representa a aplicação prática da metodologia 6 Sigma, no processo de facturação do ISQ. A aplicação deste projecto é um contributo para aceitação da implementação da metodologia 6 Sigma no sector dos serviços.

O objectivo principal deste projecto centrou-se na implementação das melhores soluções de melhoria no processo de facturação, recorrendo-se à aplicação do método DMAIC (identificação, medição e análise de defeitos e falhas, que melhor se adequam à realidade do problema).

4.1 Fase de definição

A primeira fase do método DMAIC (definição), consistiu fundamentalmente em definir o propósito do projecto, tendo como base uma anterior selecção do projecto dentro de um conjunto de possibilidades. A passagem por esta fase, permitiu definir de uma forma bastante resumida, o problema fundamental e com base nessa informação definir e identificar toda a informação e requisitos necessários, de modo a dar início ao desenvolvimento do projecto. Foi necessário definir a equipa de trabalho, compreender o problema em estudo, compreender o processo inerente ao problema e definir objectivos. Grande parte desta informação foi concentrada na declaração de projecto de forma a atribuir uma identidade ao projecto.

4.1.1 Seleccção do projecto

A selecção do projecto é fundamental para atingir os objectivos estratégicos da organização. Existiam três potenciais projectos, dos quais cada um contemplava um objectivo específico do ISQ:

- Optimização dos serviços dos laboratórios;
- Redução do número de revisão dos certificados;
- Redução do índice de facturas reclamadas.

Foi decidido seleccionar-se este projecto uma vez que cumpria três importantes requisitos:

- Custos de qualidade;
- Existência de uma considerável insatisfação por parte dos clientes, que advinha das constantes reclamações de facturação;
- Aumento substancial do volume de trabalhado de alguns colaboradores do ISQ devido a necessidade de os mesmos terem de analisar e resolver as respectivas reclamações. Desta forma, para além dos colaboradores desempenharem as suas regulares actividades, tinham ainda de disponibilizar tempo para resolver algumas reclamações, retirando tempo ao seu trabalho e atrasando a facturação de outros serviços já efectuados.

4.1.2 Resumo do problema

O processo de facturação contempla alguns erros que possibilitam o aparecimento de facturas reclamadas pelo cliente. Para além do processo de facturação, todo o processo de negócio encontra-se intimamente ligado à factura, uma vez existem pontos-chave dos processos, que caso ocorram falhas na informação ou enganos por parte dos colaboradores, podem gerar no fim do processo facturas reclamadas. Tantos os colaboradores, como os sistemas de informação e a própria estrutura dos processos, foram alvo de uma análise pormenorizada de forma a detectar as causas principais do aparecimento de facturas reclamadas.

4.1.3 Determinação das entradas e saídas do processo

Uma vez que se considerou, para além do processo de facturação, todo o processo de negócio do ISQ (figura 4.1), é perceptível que o processo tem início no cliente, sendo este o responsável pelas entrada. Assim o processo só se inicia com a requisição dos serviços ou quando o cliente solicita um orçamento e posterior adjudicação (serve como requisição). No fim do processo, encontra-se a factura, a qual é dirigida ao cliente que solicitou o serviço.

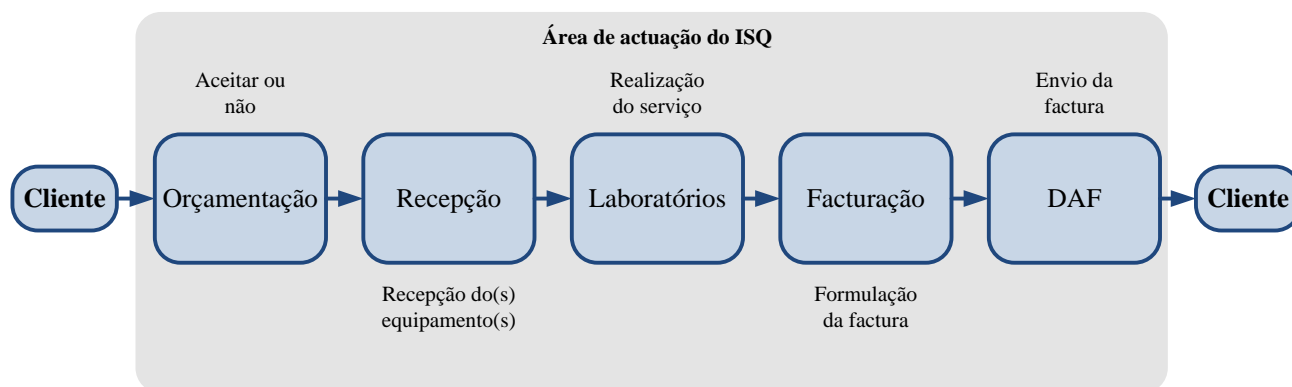


Figura 4.1 - Processo e negócio

Desta forma, as estradas no processo são as requisições ou os orçamentos adjudicados, sendo que os respectivos equipamentos também podem ser considerados como estradas porque a maioria das vezes vêm juntos com estes documentos. No fim do processo encontram-se as facturas respeitantes aos serviços solicitados pelo cliente.

4.1.4 Objectivos do serviço

O principal objectivo do serviço é a correcta realização de calibrações e ensaios aos equipamentos dos clientes. Paralelamente, todas as etapas que se relacionam com este serviço têm de ser realizadas correctamente e com rigor, para que posteriormente, na fase de realização do serviço ou na fase de facturação, tudo esteja de acordo com os requisitos do cliente. Assim, o cliente pretende que para além de um serviço realizado correctamente, a factura possua a informação correcta (valor a pagar, designação da empresa, descrição do serviço solicitado, morada, etc.). Caso algum destes aspectos falhar, o cliente reclama, uma vez que a factura que possui não se encontra de acordo com as suas expectativas. Assim, o objectivo do ISQ é fundamentalmente eliminar os defeitos e as falhas das reclamações a partir de uma aplicação estruturada de soluções.

4.1.5 Avaliação do projecto

O Instituto de Soldadura e Qualidade, mais precisamente o sector dos laboratórios, possui no presente momento um índice bastante elevado de facturas reclamadas pelos clientes, em relação aos outros centros de trabalho do ISQ, como é comprovado pela tabela 4.1. Por outro

lado, a emissão de facturas provenientes dos serviços prestados pelos laboratórios é bastante superior às das outras áreas, resultando consequentemente num maior número de ocorrência de erros/falhas nas facturas emitidas, e sendo em certa parte, proporcional à relação facturas reclamadas *versus* emissão de facturas dos outros centros de trabalho, figura 4.2.

Tabela 4.1 - Facturas reclamadas por sector de actividade

Sector	Em Análise	Encerrado	Falta original	Pendente	Pendente DAF	Resolvido	Total	Volume de facturas
10 - Formação	18	410	0	31	0	2	461	3259
30 - Desenv. Sustent.	2	182	0	45	0	1	230	1285
41 - Construção Mec.	7	168	0	14	0	0	189	1580
42 - Cont. Não Dest.	4	147	0	21	0	3	175	1536
43 - Man. e Integ. Estr.	0	183	0	7	0	0	190	1233
44 - Construção Civil	0	388	0	1	0	1	390	927
45 - Edificações	17	583	0	21	0	7	628	6270
55 - Laboratórios	7	2043	0	96	0	8	2154	23283
61 - Indústria	1	661	0	29	1	16	708	5416
62 - N.Aut. Mecano	0	4	0	2	0	0	6	11
63 - N.Aut. LABET	0	15	0	0	0	0	15	156
64 - N. Aut. Sis. Gestão	0	41	0	2	0	0	43	449
65 - Outr Activ Oper.	0	0	0	0	0	0	0	22
66 - N. Aut. I&D	0	0	0	0	0	0	0	4
67 - N. Aut. Cálculo	0	13	0	0	0	0	13	57
69 - N. Aut. Tecn. Prod.	0	3	0	1	0	0	4	25
81 - Serv. Admin.	0	29	0	0	0	0	29	646
Total	56	4870	0	270	1	38	5235	46159

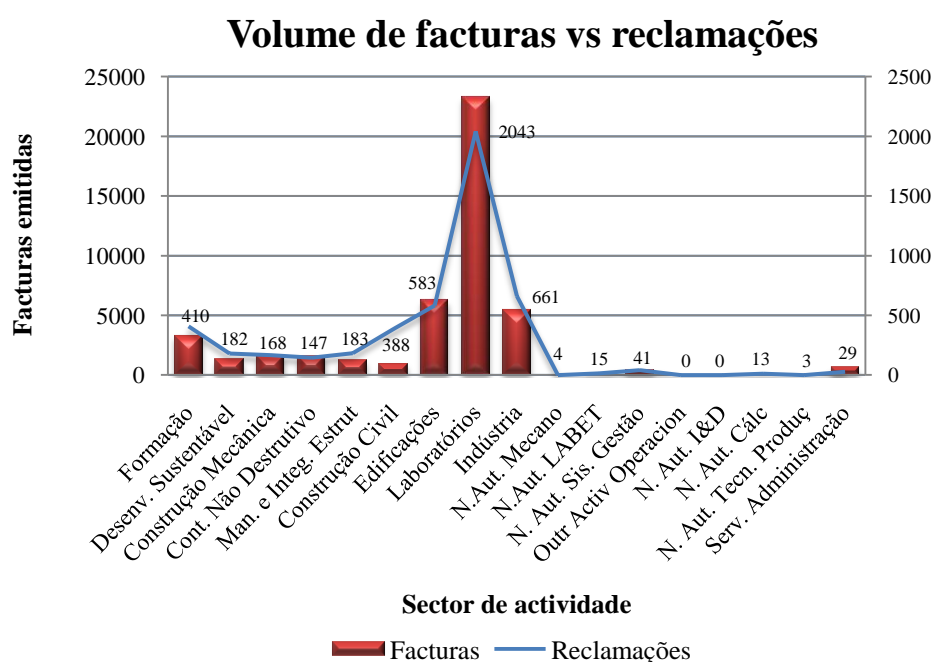


Figura 4.2 - Relação de proporcionalidade entre facturas emitidas e reclamações

Como se pode comprovar o sector dos laboratórios é o que apresenta maior quantidade de reclamações, mas por outro lado apresenta o maior volume de facturas emitidas. Os dados apresentados na tabela 4.1 são referentes às datas de Janeiro de 2008 até Junho de 2009.

Os dados relevantes para a análise das reclamações são referentes às reclamações encerradas, uma vez que estas para além de se encontrarem já fechadas (resolvidas), também possuem o tipo de reclamação já bem definido, possibilitando trabalhar com dados e informação mais correctos.

Os laboratórios são compostos pelo Labmetro (metrologia), Labqui (química), Label (eléctrico), Labmec (mecânica) e o Labetão (betão). Assim, o Labmetro possui 1649 reclamações, sendo as restantes 394 reclamações associadas aos outros laboratórios. Contudo, o Labmetro representa uma área de excelência do ISQ e por esse motivo e em conjunto com os objectivos estratégicos de negócio, a administração decidiu reduzir drasticamente o índice de facturas reclamadas e consequentemente dotar os seus serviços de uma maior satisfação para o cliente, do qual se encontra insatisfeito. Por este motivo e devido aos processos de serviço e de gestão dos outros laboratórios serem distintos da área da metrologia, decidiu-se focalizar este estudo exclusivamente no Labmetro.

4.1.6 Viabilidade do projecto

A análise da viabilidade do projecto é bastante importante, uma vez que se os custos inerentes ao seu desenvolvimento forem superiores aos benefícios, não fará sentido prosseguir com o seu desenvolvimento. Uma vez que não será necessário o ISQ contratar ninguém para desenvolver qualquer tarefa do projecto, os custos para o desenvolvimento deste são exclusivamente da bolsa atribuída ao autor desta tese. Os restantes intervenientes no projecto já se encontram agregados aos ISQ, pelo que a sua cooperação não implicará qualquer custo. Todos os recursos de material e informação são propriedade do ISQ pelo que mais uma vez não implicará qualquer custo. Relativamente aos benefícios alcançados com o projecto, estes serão em grande parte abrangidos pela melhoria da satisfação do cliente e pela diminuição de custos relacionados com o tratamento das reclamações. Por outro lado, existirá uma melhoria dos processos o que permitirá para além de alcançar os objectivos do projecto como também aperfeiçoar a estrutura dos SI (Sistemas de informação).

Desta forma, e considerando a relação de custos com a possibilidade de alcançar os objectivos pretendidos, decidiu-se avançar com o projecto, existindo grandes expectativas com os resultados finais.

4.1.7 Definição da equipa de trabalho e suas funções

A definição da equipa de trabalho para o desenvolvimento deste projecto é focada principalmente no autor desta dissertação, uma vez que é o responsável por todas as etapas do seu desenvolvimento. Contudo, para uma maior progressão das actividades foi necessário o auxilio de alguns colaboradores do ISQ, visto que possuem o *know how* do processo. Assim foi necessária a colaboração do engenheiro Pedro Marques, da engenheira Fátima Leal e da colaboradora Cristina Rodrigues. O engenheiro José Medina foi o impulsionador da iniciativa e o maior interessado na realização do projecto, visto que é o responsável pela área de metrologia do ISQ.

Uma etapa importante no planeamento de um projecto deste tipo é a definição clara das responsabilidades de cada interveniente no projecto. É necessário que a cada actividade previamente definida, seja indicado que colaborador(s) estão responsáveis pelo desenvolvimento dos mesmas e quais as suas funções/responsabilidades para o seu progresso. Foram definidas/estipuladas cinco colaboradores com responsabilidades directas para com o projecto. Assim, a partir dessas pessoas definiu-se o nível de responsabilidade associado a cada uma das diferentes actividades do desenvolvimento do projecto que é apresentado na matriz RACI que se segue:

Actividade	Responsabilidade/função				
	José Medina	Pedro Marques	João Bairrão	Fátima Leal	Cristina Rodrigues
Fase de Definição					
Identificação e selecção do projecto	R/I	R/C/I	A	C/I	C
Definição da equipa	I	R/I	A	C/I	
Calendarização		I	R/A		
Identificação do problema	I	C/I	A	C/I	C
Declaração do projecto		R/C/I	A		
Estabelecimento de objectivos	I	R/C/I	A	I	
Identificação e descrição do processo			A	C	
Fase de Medição					
Quantificação do problema			A	I	C
Recolha e análise dos dados		R/C/I	A		C
Análise de correlação			A/R	C	C
Identificação E Definição dos CTQ's		R/C/I	A		
Estimativa dos actuais índices de desempenho		R/C/I	A		
Definição de metas	I	R/C/I	A	I	
Fase de Análise					
Mapeamento dos processos		I	A	R/C/I	C
Análise de causa-efeito	C		A	C/I	C
Prioritização de potenciais causas	C		A	C/I	C
Confirmação das causas-raiz		C/I	A	C/I	
Análise financeira das oportunidades de melhoria	I		A	C/I	C
Fase de Melhoria					
Desenvolvimento de acções de melhoria	C	C	A	C	C
Análise custo-benefício		I	A	C/I	C
Prioritização de soluções	I		A	C	C
Planeamento e implementação de soluções	I	R/I	A	R/C/I	C
Fase de controlo					
Desenvolvimento de mecanismos de monitorização e controlo	I	R/I	A	C	A

Legenda:

RACI representa: R – Responsável, A – Executor, C – Consultado e I – Informado

Definições de RACI:

Responsável = Pessoa responsável pelo cumprimento da tarefa;

Executor = Pessoa responsável pela realização da tarefa;

Consultado = Pessoa responsável por dar o apoio específico ao executor;

Informado = Pessoa que necessita estar informada pelo cumprimento da tarefa.

Figura 4.3 - Matriz RACI

4.1.8 Identificação do projecto

De forma a que qualquer pessoa possa perceber e ter contacto com o tipo de projecto que foi desenvolvido é apresentada a declaração do projecto, que explica e detalha a descrição do processo, objectivos, planeamento do projecto, recursos, quantificação de custos, definição do cliente, benefícios espectáveis e possíveis riscos e constrangimentos do projecto:

Declaração do projecto

Informação geral do projecto			
Nome do projecto	MetroSigma - Implementação da metodologia 6 Sigma no processo de facturação		
Instituição	ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade		
Tipo de projecto	DMAIC		
Produto/processo	Processo de Facturação		
Data	Início: 13-04-2009	Fim: 26-12-2009	
Custos	1320€		
Capital poupado	15.0000€/ano		
Equipa e função	Nome	Contacto de e-mail	Contacto de telefone
Sponsor	José Medina		
Master Black Belt	Pedro Marques		
Black Belt	João Bairrão		
Green Belt	Fátima Leal		
Equipa de apoio	Cristina Rodrigues		
Descrição do problema, objectivos e meta atingir			
Missão do projecto	Melhoria do desempenho do processo de facturação, reduzindo significativamente o número de reclamações por parte do cliente.		
Âmbito	Actuação na área de metrologia, nos processos inertes à facturação dos serviços realizados pelos laboratórios.		
Problema	Existência de uma quantidade bastante relevante de reclamações por parte do cliente, relativamente ao processo de facturação. A incorrecta informação dos sistemas de informação e irregularidade com o procedimento de facturação acarretam o aparecimento de reclamações.		
Principal objectivo	Espera-se que as medidas de melhoria na estrutura do processo de facturação tenham um impacto positivo, na medida de diminuir significativamente o número de reclamações inerentes a este processo. Com a introdução das melhorias, espera-se que à medida que estas sejam interiorizadas e postas em prática, com o decorrer do tempo desde a sua implementação, o processo vá melhorando, tendo o número de reclamações uma tendência decrescente e consequentemente que o processo apresente um nível Sigma o mais elevado possível.		
Metas atingir	Após a implementação das soluções espera-se verificar um nível Sigma de 4,0 entre os 6 e 12 meses, possuindo um desempenho de 99,34% e reduzindo-se as reclamações para 6210.		
Caso de estudo	Os serviços prestados pelo centro de trabalho da metrologia do ISQ contribuem significativamente para o prestígio da instituição. Desde a fase de requisição do cliente, até à expedição do(s) equipamento(s), muitas são as hipóteses para a ocorrência de incorrecções de informação, que consequentemente irão ter influencia na factura. Desta forma, tem-se verificado um elevado número de reclamações dos clientes relativamente à facturação. Este projecto irá identificar e corrigir as possíveis causas, permitindo assim, uma maior satisfação do cliente e naturalmente uma diminuição dos custos inerentes às reclamações.		
Resultados esperados	Com a utilização das devidas ferramentas da qualidade, espera-se que os objectivos sejam atingidos verificando uma maior satisfação do cliente.		

Figura 4.4 - Declaração de projecto



Figura 4.4 - (continuação)

4.1.9 Identificação e descrição do processo de serviço

O processo de facturação do Labmetro é um processo que se desenvolve exclusivamente quando a realização do serviço pretendido pelo cliente for concluído. Contudo, este processo para além de ser realizado por uma equipa de colaboradores da área de facturação, necessita naturalmente do envolvimento de muitos outros colaboradores de diferentes áreas, tornando-se assim um processo dependente dos mesmos. Desta forma, para além de se compreender

como se desenvolve o processo de facturação é necessário perceber todo o ciclo do negócio, desde o contacto do cliente com o ISQ, até ao envio da factura para o cliente.

O cliente entra em contacto com a área de orçamentação, solicitando o orçamento para a prestação de um serviço ou um conjunto de serviços. Se o cliente aceitar o orçamento é necessário que o mesmo faça uma requisição formal do pedido (nota de encomenda), que pode corresponder ao orçamento, caso o cliente assim o deseje. Posteriormente o(s) equipamento(s) dá entrada na recepção, por via do cliente, transportadora ou por via de colaboradores do ISQ (para clientes com condições de contrato).

Ao dar entrada do equipamento nas instalações do ISQ, o equipamento é direccionado para o respectivo laboratório onde estes procedem à calibração ou ensaio do mesmo. Depois do serviço prestado, a área da facturação formulará a factura e a DAF encarregar-se-á de a enviar por via CTT para as instalações ou morada do cliente. De forma paralela, o cliente está autorizado a receber o seu equipamento quando o serviço estiver concluído, sendo o tempo de realização do serviço dependente das especificações do equipamento e do nível de trabalho que os colaboradores tenham pendente, podendo o serviço demorar entre um a sete dias úteis.

Para se compreender melhor todo o processo que se pretende melhorar, utiliza-se um Diagrama SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output, Customer*) do processo de facturação. É também através deste diagrama que é possível fornecer, a todos os colaboradores do projecto, informação relativa às áreas em que o processo se desenvolve e as respectivas actividades, sempre conjugadas com os clientes externos e internos. Seguidamente é apresentado o Diagrama SIPOC:

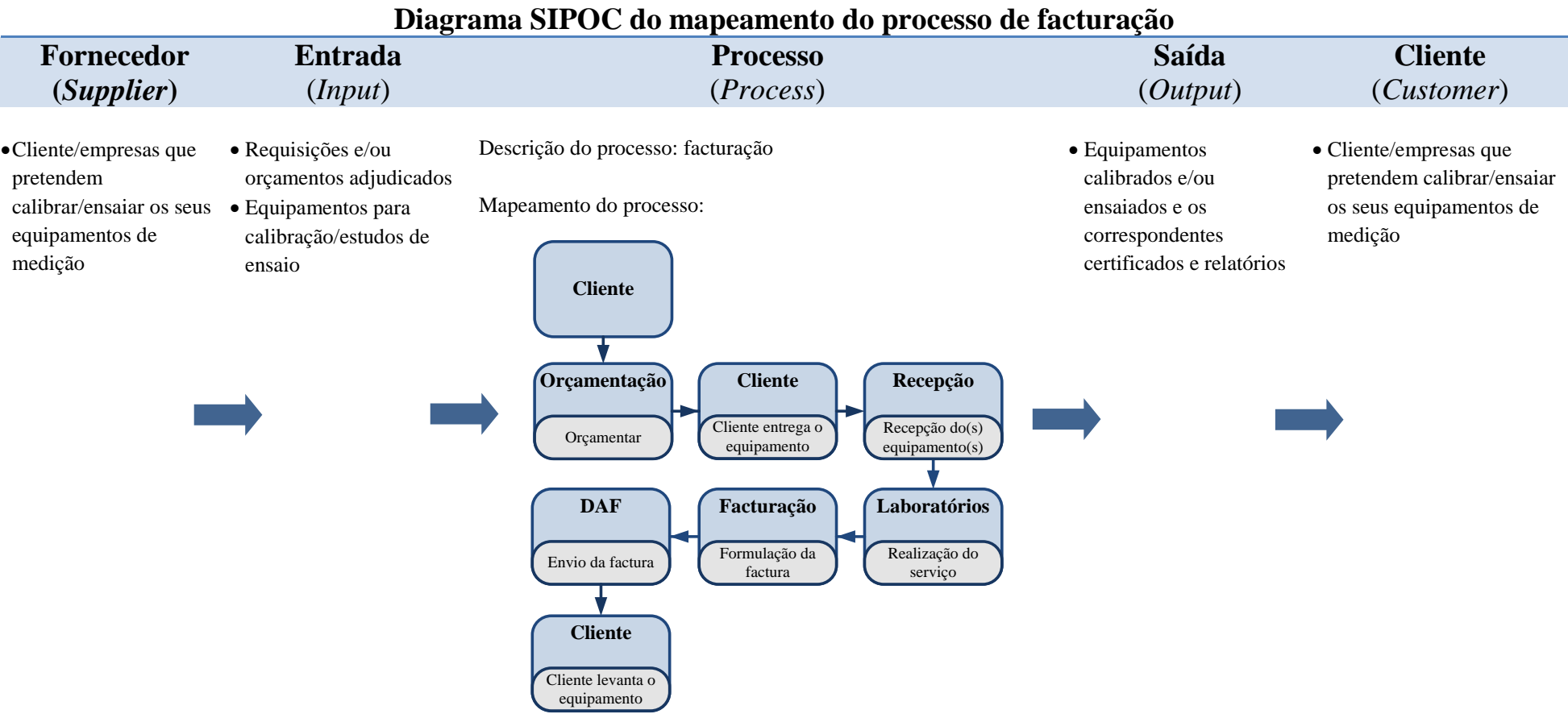


Figura 4.5 - Diagrama SIPOC do processo de facturação

4.2 Fase de Medição

As actividades que foram desenvolvidas nesta fase foram de extrema importância, uma vez que permitiram identificar as características críticas para a qualidade do serviço (CTQ's) e ter noção da variabilidade do processo. Para isso, foi fundamental “ouvir” o cliente através das suas reclamações e compreender quais eram os factores ou aspectos que eram mais importantes a ter em conta.

Depois de identificados os CTQ's, foi necessário recolher amostras que permitissem verificar a variabilidade do processo e compreender em que estado se encontra o seu desempenho em termos de curto e longo prazo, ou seja, medir o nível sigma através da quantificação dos DPMO's numa amostra aleatória. Por fim, foi possível definir metas a alcançar, uma vez que já se tinha conhecimento da variabilidade do processo (nível Sigma).

4.2.1 Estratificação do problema

Uma importante tarefa é a estratificação do problema, pois para além de se conhecer que existem problemas no processo, é necessário saber como eles ocorrem. Desta forma, agruparam-se os dados por categoria de ocorrências a partir da definição de critérios, permitindo assim, aumentar o poder de análise e facilitando o entendimento de padrões disfarçados.

As reclamações realizadas pelos clientes são distribuídas por um conjunto de 15 tipos de reclamações. A cada tipo de reclamação está associado um género de ocorrências de reclamações de facturas por parte do cliente:

1. Anomalias detectadas na DAF:

Erro de impressão.

2. Descrição de serviços errada:

Designação do serviço descrito na factura incorrecto:

- a. Género, Modelo, Número de serie do equipamento;
- b. Serviço prestado.

3. Devolvida pelos CTT:

- i. Inexistência da morada;
- ii. Morada desactualizada.

4. Extraviada:

- i. O cliente nunca recebeu a factura;
- ii. O cliente devolveu a factura e extraviou-se no ISQ.

5. Factura Repetida:

- i. Facturado 2 vezes;
- ii. Pagamento em dinheiro nas instalações do ISQ e posterior envio da factura para o mesmo cliente, para liquidação.

6. Facturado a outro cliente:

Quando a factura é dirigida a um outro cliente do ISQ e não ao que solicitou o serviço.

7. Falta de elementos:

- i. Quem realizou o serviço;
- ii. Nota de encomenda (requisição);
- iii. Data do serviço prestado.

8. Fora do prazo:

- i. Quando o processamento da factura for realizado com um prazo superior a 5 dias úteis após a conclusão do serviço prestado;
- ii. Data limite mensal, imposta pelo cliente relativamente à entrada das facturas, na contabilidade da sua empresa.

9. IVA incorrecto:

Quando a factura possui uma taxa de IVA diferente do que está legalmente em vigor.

10. Morada incorrecta:

Quando o cliente muda de instalações e não informa antecipadamente o ISQ (informa o ISQ da nova morada quando se procede á reclamação).

11. Não tipificada:

- i. Detecção de estorno nas facturas migradas do sistema em *Cobol* para *SAP*;
- ii. Estorno de uma factura sem o respectivo *user* proceder à abertura de uma reclamação (o sistema regista automaticamente como reclamação não tipificada);
- iii. Nota de crédito de uma factura sem o respectivo *user* proceder à abertura de uma reclamação (o sistema regista automaticamente como reclamação não tipificada).

12. Nome de cliente errado

Dados/informação do cliente incorrectos:

- a. Designação Social da empresa;
- b. Número de contribuinte.

13. Serviço não efectuado:

Quando o cliente possui uma factura cujo serviço não foi realizado.

14. Valor facturado incorrecto:

Quando o valor da factura não corresponde ao valor do orçamento.

15. Várias incorrecções:

Quando uma factura tem mais de uma incorrecção.

A partir das reclamações realizadas pelos clientes, referentes a determinado serviço, foi possível reunir um conjunto bastante alargado de informação sobre os seus descontentamentos, o que possibilitou o tratamento e identificação dos principais motivos de reclamação.

4.2.2 Quantificação do problema

A quantificação do problema é extremamente importante, pois permite compreender o estado de degradação do processo. Só a partir de dados reais e credíveis é que se pode ter noção da quantidade de defeitos existentes no processo em questão.

4.2.2.1 Determinação do plano de recolha de dados

A medição de um processo é fundamental para a sua análise, contudo a medição deve de ser realizada com cautela, uma vez que alguns erros cometidos podem comprometer todo o projecto. Assim, antes de efectuar a recolha dos dados, foi realizada uma pequena análise prévia dos dados históricos contidos na base de dados das reclamações. Foi verificado que o registo das ocorrências tinham início no ano de 2007, porém não foi considerado para efeitos de análise de informação, uma vez que este ano correspondia à transição dos dados contidos na base de dados COBOL (linguagem de programação) para a nova plataforma informática. Estas reclamações transitadas, continham diversas incorrecções, o que iria afectar a medição do processo e consequentemente incrementar um erro. Assim foram considerados os dados referentes a Janeiro de 2008 até Junho de 2009.

4.2.2.2 Recolha dos dados e análise do seu impacto no processo

A recolha dos dados efectuada a partir da Base de Dados das Reclamações do ISQ, facilitou bastante o seu processo, uma vez que as reclamações já se encontravam tipificadas por motivos de reclamação. Contudo, a base de dados continha muita informação misturada, desorganizada e por vezes até incorrecta, pelo que foi necessário analisar novamente determinadas reclamações e efectuar novamente a sua tipificação.

Depois de realizada uma análise mais profunda e quantificando os motivos de reclamação, foi possível construir um Diagrama de Pareto, realizando a correspondente Análise ABC, de forma a se identificar os principais motivos de reclamação das facturas emitidas. Recorrendo-se à tabela 4.2 foi possível construir o Diagrama de Pareto.

Tabela 4.2 - Quantificação das reclamações por tipo

	Motivo da Reclamação	% Acumulada (motivos de reclamação)	Frequência Absoluta	Frequência Absoluta Acumulada	Frequência Relativa	Frequência Relativa Acumulada
A	Extraviada	6,67%	476	476	28,87%	28,87%
	Valor facturado incorrecto	13,33%	330	806	20,01%	48,88%
	Nome de Cliente errado	20,00%	238	1044	14,43%	63,31%
B	Falta elementos	26,67%	170	1214	10,31%	73,62%
	Factura Repetida	33,33%	107	1321	6,49%	80,11%
	Devolvida CTT	40,00%	85	1406	5,15%	85,26%
	Anomalia detectada na DAF	46,67%	59	1465	3,58%	88,84%
	Descrição de serviço errada	53,33%	48	1513	2,91%	91,75%
	Fora do prazo	60,00%	38	1551	2,30%	94,06%
	Várias incorrecções	66,67%	38	1589	2,30%	96,36%
C	Facturado a outro Cliente	73,33%	22	1611	1,33%	97,70%
	Serviço não efectuado	80,00%	17	1628	1,03%	98,73%
	Morada incorrecta	86,67%	9	1637	0,55%	99,27%
	Não tipificada	93,33%	8	1645	0,49%	99,76%
	IVA incorrecto	100,00%	4	1649	0,24%	100,00%

Depois de realizado o respectivo tratamento de dados a partir das ocorrências, e calculando as frequências absolutas e relativas de cada motivo de reclamação, construindo-se o Diagrama de Pareto (figura 4.6).

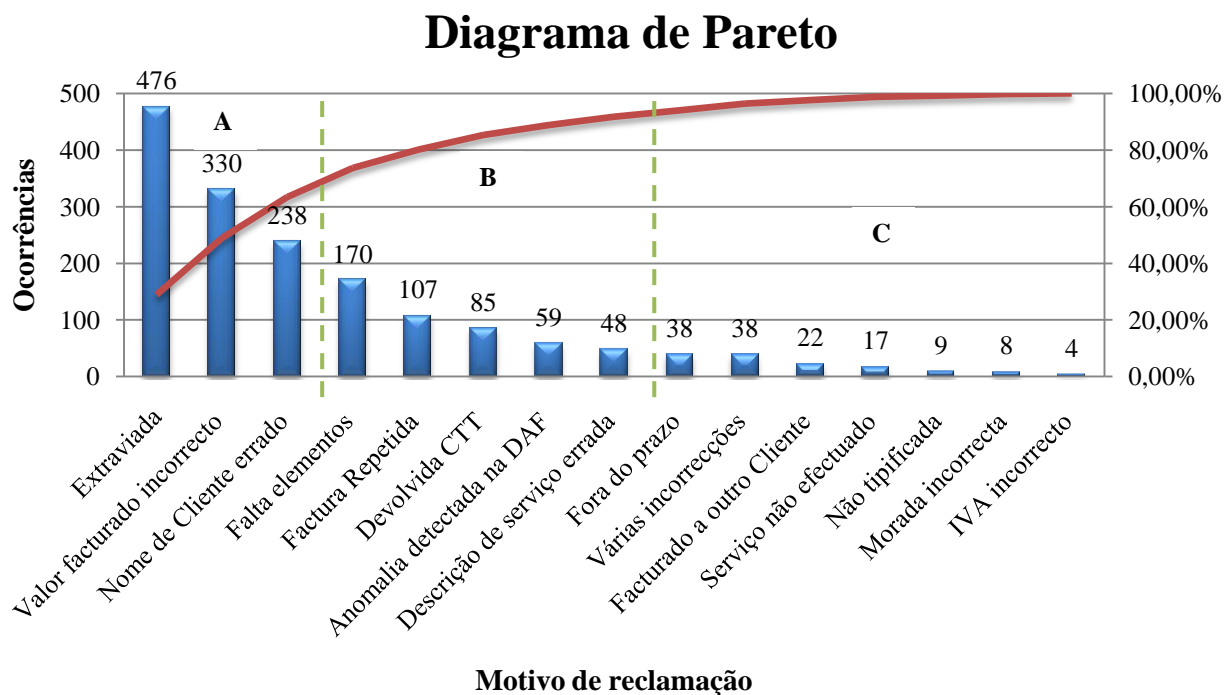


Figura 4.6 - Diagrama de Pareto

A partir da análise do Diagrama de Pareto é possível classificar os motivos de reclamação em três classes de relevância:

- Classe A – grande relevância;
- Classe B – média relevância;
- Classe C – pequena relevância.

A classe A identifica-se que 20% das causas (motivos de reclamação), que são compostos pelo “extravio”, “valor facturado incorrecto” e pelo “nome de cliente errado”, são responsáveis por 63,31% dos efeitos, ou seja facturas reclamadas. Assim, a implementação de acções correctivas no processo de facturação relativamente a estas três causas, possibilitariam um decréscimo bastante significativo de facturas reclamadas e naturalmente um aumento da satisfação do cliente.

Relativamente à classe B, 33% das causas originam aproximadamente 29% de problemas e a classe C, 47% dos motivos de reclamação originam pouco mais de 8% de facturas reclamadas. Os motivos de reclamação destas duas classes não serão alvo de acções correctivas, pelo menos directamente, uma vez que a sua relevância é menor, centrando-se desta forma a resolução de problemas exclusivamente nas categorias da classe A. O gráfico que se apresenta na figura 4.7 revela o peso que os três motivos de reclamação da classe A possuem, comparativamente aos restantes.

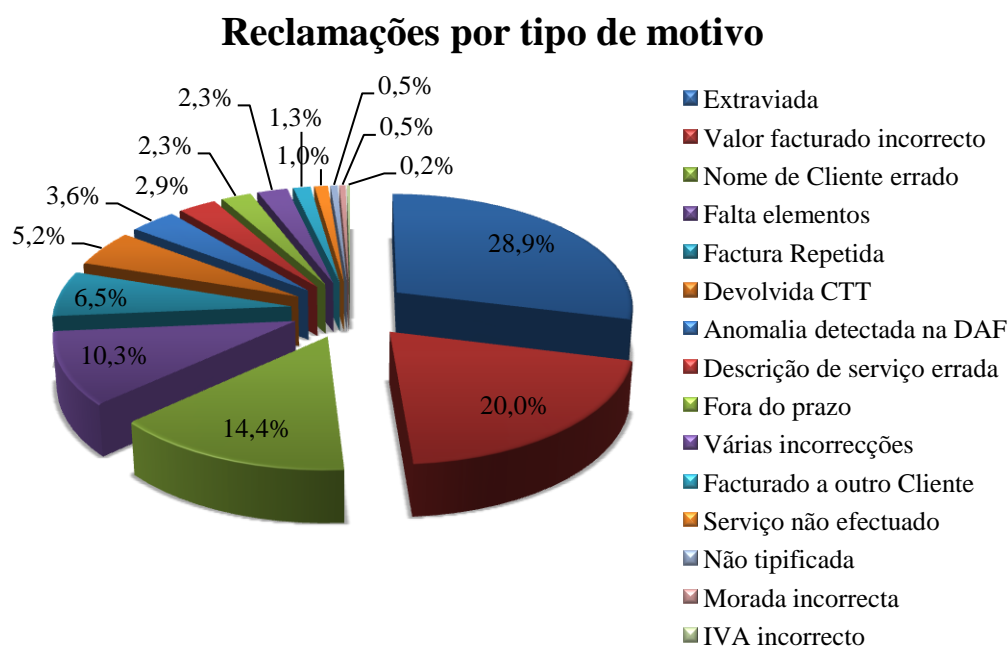


Figura 4.7 - Gráfico circular representativo da percentagem de cada motivo de reclamação

De igual forma, após uma breve análise à figura 4.7, verifica-se que efectivamente os motivos de reclamação “extraviado”, “valor facturado incorrecto” e “nome de cliente errado” são as causas que contribuem mais para a ocorrência de facturas defeituosas (facturas reclamadas).

Assim, e com base no Diagrama de Pareto, pode-se afirmar que estas três causas são as mais importantes para o desenvolvimento do projecto. Só é possível fazer esta afirmação, partindo do pressuposto que cada causa possui a mesma ponderação e que a ocorrência de cada causa tem o mesmo fim, uma factura reclamada.

4.2.3 Análise de correlação dos motivos de reclamação

Ao se analisar pormenorizadamente o Diagrama de Pareto (figura 4.6) verificou-se que poderiam existir relações entre os motivos de reclamação, ou seja, a ocorrência de uma reclamação por um destes 15 motivos poderia ter sido influenciada por um outro motivo também apresentado no Diagrama de Pareto. Caso isso acontecesse, verificar-se-ia que alguns grupos (motivos de reclamação) poderiam ser agregados, de forma a conjugar a informação num só grupo, uma vez que a causa para reclamação vai ter como fim o mesmo motivo.

Para se compreender e analisar melhor esta situação, seria essencial realizar uma análise de correlação quantitativa de forma a se obter dados concretos. Contudo, uma vez que a informação disponibilizada não permitia realizar uma análise tão aprofundada, recorreu-se ao método qualitativo, que permitiu analisar as ligações entre os grupos e a relação das causas com os respectivos motivos de reclamação. Assim, esta análise de correlação qualitativa foi realizada a partir de duas ferramentas, Diagrama de Afinidades e Diagrama de Relações. Depois da realização de um *brainstorming* (com diversos colaboradores do Labmetro do ISQ), essencial à construção do Diagrama de Afinidade, verificou-se a existência notória de elementos chave, que possibilitaram a identificação de afinidades entre os motivos de reclamação. Estes elementos chave caracterizam de uma certa forma o respectivo grupo de afinidades, uma vez que descrevem situações e ocorrências que permitem a definição do correspondente grupo. Em seguida apresenta-se o Diagrama de Afinidades elaborado (figura 4.8):

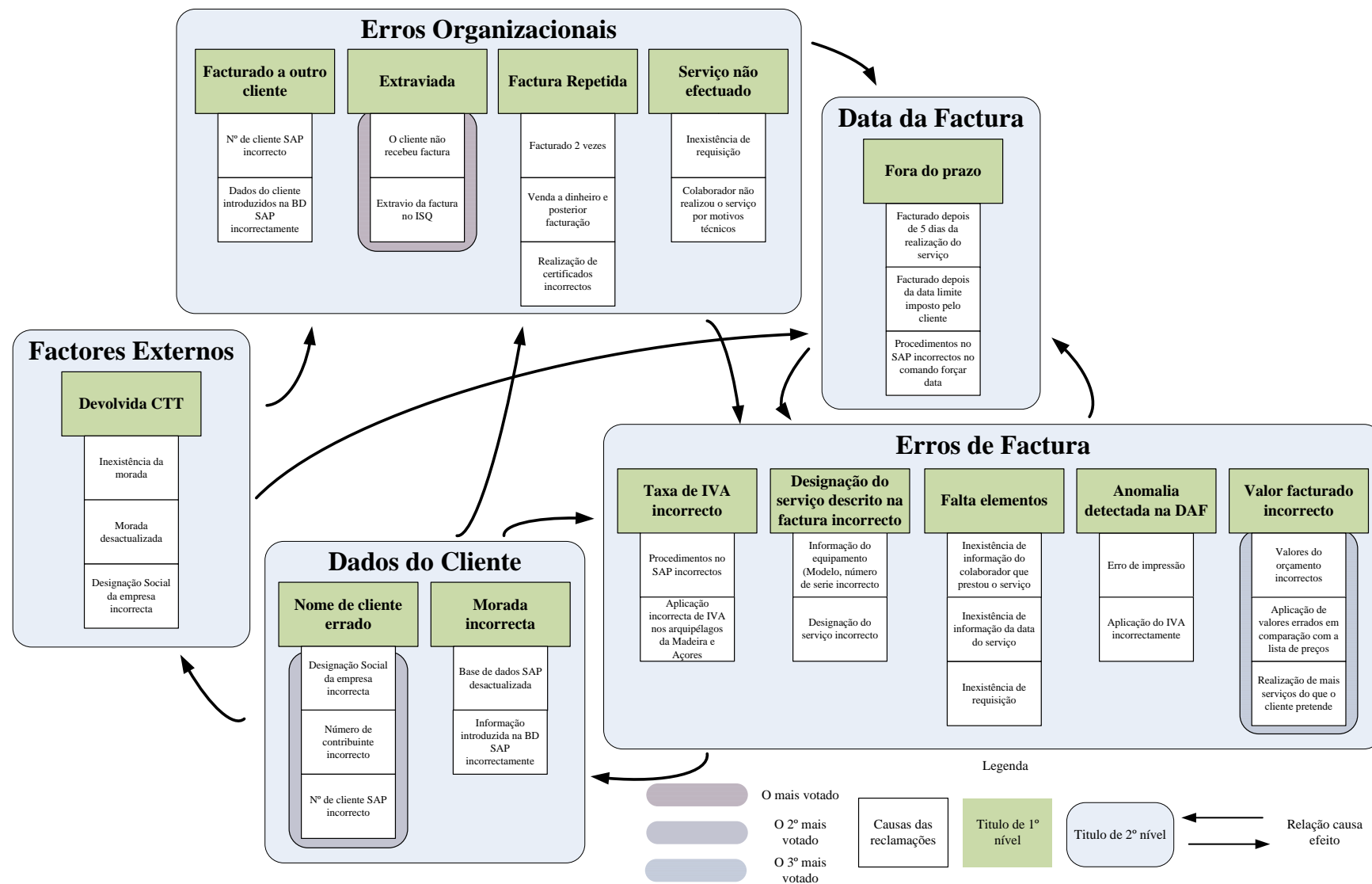


Figura 4.8 - Diagrama de Afinidades

Observando a figura 4.8, verifica-se a existência de cinco grupos de afinidade, sendo que dois deles absorvem a maioria dos motivos de reclamação, os “erros organizacionais” e os “erros de factura”. Depois de organizada a informação transmitida pelos colaboradores na sessão de *brainstorming*, verificou-se que a maioria registou o extravio de facturas como a principal causa de reclamação por partes dos clientes, o “nome do cliente incorrecto” como a segunda causa de reclamação mais votada e por fim o “valor facturado incorrecto” como o terceiro motivo mais apontado como reclamação. Os restantes motivos foram indicados mas sem grande expressão. Estes três motivos mais apontados como as principais causas de reclamação, estão de acordo com a informação transmitida pelo Diagrama de Pareto (figura 4.6), sendo estes responsáveis por aproximadamente 63% das reclamações. A única diferença está na ordem do segundo e do terceiro motivo de reclamação, uma vez que no Diagrama de Pareto o motivo “valor facturado incorrecto” encontra-se como a segunda causa mais apontada pelos clientes com pouco mais de 20% de reclamações e o “nome de cliente errado” com aproximadamente 14%, como terceira causa mais indicada para reclamação.

De acordo com o Diagrama de Afinidade, o desenvolvimento do projecto estará centrado nos “erros organizacionais”, nos “dados do cliente” e nos “erros de factura”, ou seja nos grupos de afinidade a que correspondem os três motivos de reclamação anteriormente mencionados.

A partir da observação do conteúdo de cada grupo de afinidade foi possível fazer uma rápida análise de relação entre os grupos. Foi perceptível a existência de várias relações de causa-efeito entre os diferentes grupos de afinidade, sendo que cada um representa uma causa ou um efeito de um outro grupo.

Uma vez que é complicado realizar uma correcta análise de relação com o Diagrama de Afinidade, utilizou-se um Diagrama de Relações de forma a explorar as principais causas do problema. Com base nos elementos chave definidos na sessão de *brainstorming*, , foi possível reorganizar esta informação, de forma a realizar uma correspondência (caso exista) do tipo causa-efeito entre estes mesmos elementos. Apresenta-se na figura 4.9 o Diagrama de Relações construído:

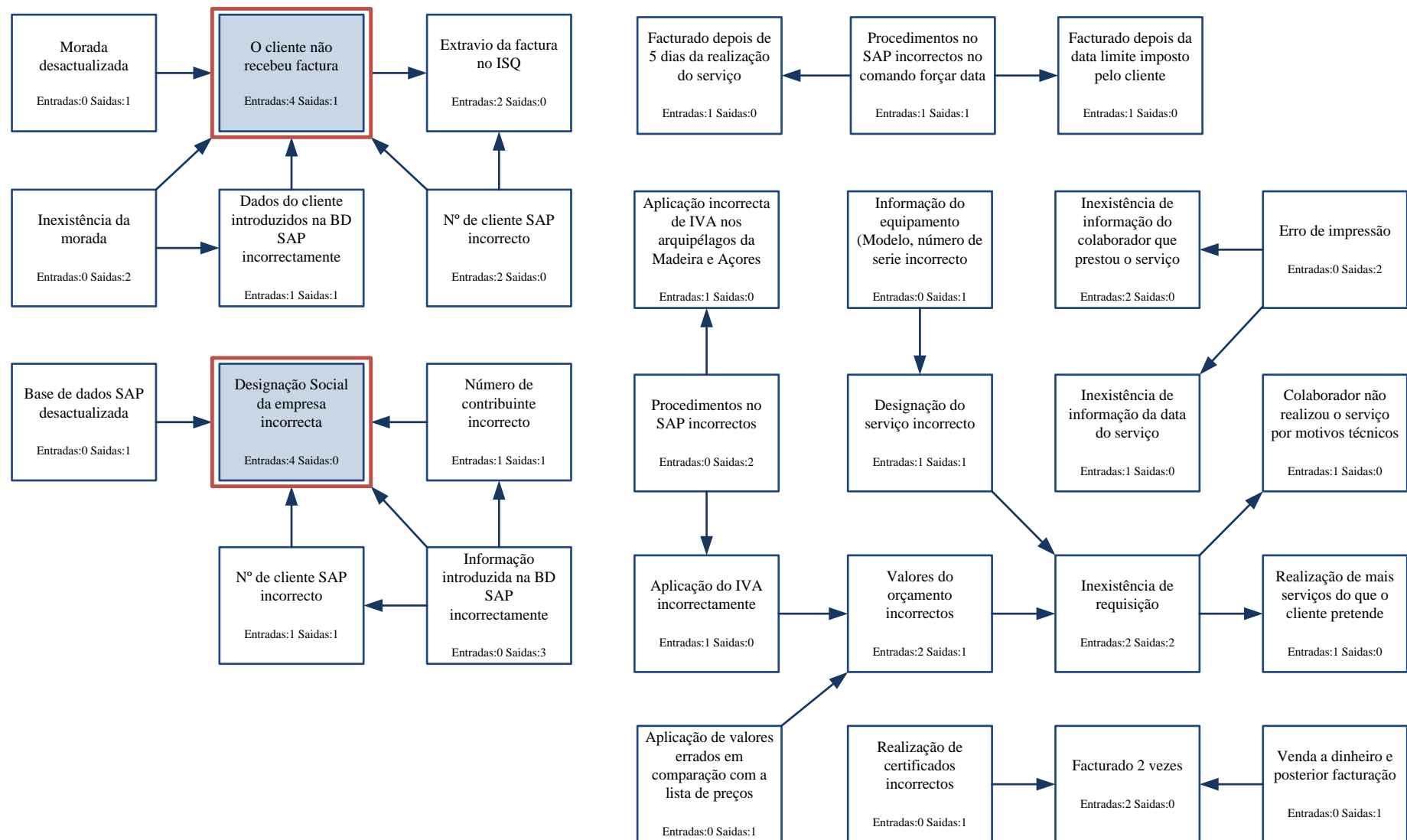


Figura 4.9 - Diagrama de Relações

Com a construção do Diagrama de Relações (figura 4.9) verificou-se que os elementos ou efeitos com maior número de entradas (causas) são o “cliente não recebeu a factura” e “designação social da empresa incorrecta”, com ambos a ter quatro causas como origem para esses respectivos efeitos. O facto de o cliente não ter recebido a factura está intimamente ligado à causa do motivo de reclamação extraviado, uma vez que pode ser o efeito dessa ocorrência. No caso da designação social da empresa estar incorrecto, a sua associação é com o motivo de reclamação “nome de cliente errado”. Desta maneira, verificou-se que em comparação com os Diagramas de Pareto e de Afinidades, o Diagrama de Relações identifica dois desses motivos de reclamação, ou seja, confirmou-se mais uma vez os principais motivos para reclamação dos clientes.

Apesar de o “valor facturado incorrecto” não ser identificado neste diagrama, não significa que não seja um dos principais motivos de reclamação, mas sim que a sua relação com outros motivos é pouco significativa. Uma causa para que isto aconteça pode ser devido à ocorrência exclusiva de um ou dois acontecimentos, ao contrário dos outros dois motivos de reclamação, que têm diferentes causas para a ocorrência. Por outro lado, esta ferramenta explica de forma simplificada as razões dessas ocorrências, uma vez que permite compreender a causa e o efeito associado aos diversos acontecimentos.

4.2.4 Identificação das características críticas para a qualidade (CTQ's – *Critical to Quality*)

4.2.4.1 Identificação dos requisitos do cliente

A designada VOC (*Voice Of Customer*), traduz de uma forma simplificada as necessidades e requisitos do cliente relativamente à emissão de uma factura. Com a compilação da informação recolhida através da base de dados das reclamações e depois da realização do Diagrama de Pareto (figura 4.6) é possível identificar três principais VOC's:

- Receber a factura;
- Factura com valor correcto;
- Factura com designação correcta da empresa/cliente.

Relativamente ao primeiro VOC, os requisitos do cliente são a da recepção da factura, ou seja, é necessário que a factura seja enviada para a morada correcta das instalações do cliente, para que este a possa liquidar. Quanto ao segundo, o cliente pretende que a factura contemple correctamente o valor final a pagar pela prestação do serviço fornecido pelo ISQ. Este valor tem de estar conforme o tipo de serviço realizado relativamente a um ou mais equipamentos. Por último, o requisito inerente ao terceiro VOC é a de que a factura possua correctamente todos os campos que caracterizam determinado cliente. Para além destes requisitos, o cliente pretende sempre que o serviço prestado pelo ISQ esteja de acordo com as suas necessidades.

4.2.4.2 Selecção dos CTQ's

A informação reunida sobre as expectativas dos clientes, consequentes das respectivas reclamações, permitiu a identificação dos requisitos de desempenho, ou seja, elementos/acções chave que têm influência directa na qualidade da prestação do serviço.

Após a organização, priorização e classificação dos requisitos de desempenho, através do Diagrama de Afinidades e do Diagrama de Relações, foi necessário transformar estes requisitos em características críticas para a qualidade (CTQ's). Assim, elaborou-se um Diagrama em Árvore para cada um dos três motivos de reclamação em análise (definidos no Diagrama de Pareto), de forma a auxiliar a definição das características mensuráveis (CTQ's). Este diagrama permitiu identificar os elementos e a sua sequência lógica de acontecimentos, que resultam no respectivo motivo para reclamação. Assim, depois de realizados os diagramas ficou mais clara a definição das condições dos CTQ's. Seguidamente apresenta-se os Diagramas em Árvore referentes aos motivos de reclamação, “extraviado”, “facturas com nome do cliente errado” e “facturas com valor incorrecto”:

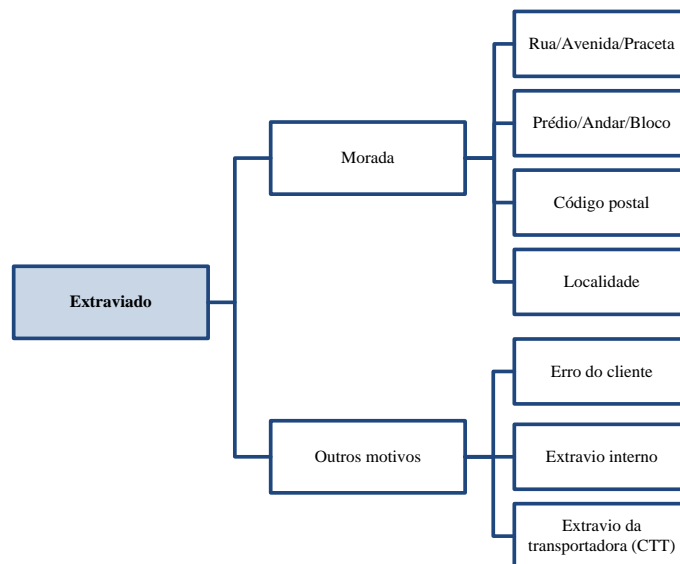


Figura 4.10 - Diagrama em Árvore de facturas extraviadas

Relativamente ao Diagrama em Árvore de facturas extraviadas, este divide-se em 2 grupos principais. Um refere-se a todos os elementos que constituem um endereço ou morada do cliente e o outro refere-se de uma forma global, a erros externos ao ISQ. Assim, compreende-se que basta um destes elementos ocorrer para comprometer a recepção da factura nas instalações do cliente.

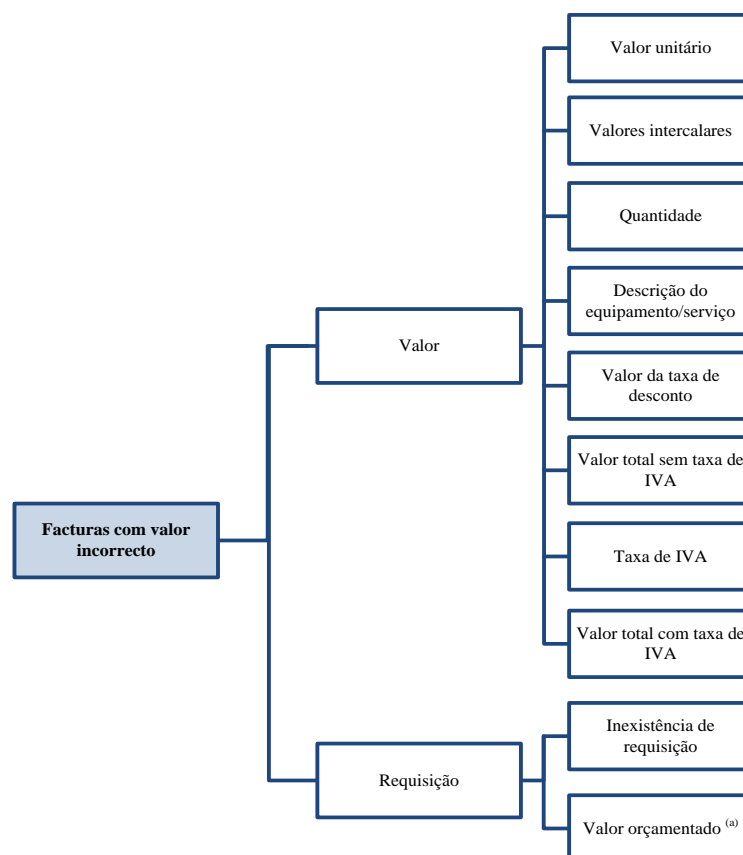


Figura 4.11 - Diagrama em Árvore de facturas com valor incorrecto

(a) Quando solicitado pelo cliente

Em relação ao Diagrama em Árvore de facturas com valor incorrecto, este revela que esta situação ocorre principalmente por duas razões, aplicação incorrecta de valores da prestação dos serviços e por motivos de requisição (nota de encomenda). No caso da requisição, há duas situações, quando o orçamento é mal elaborado e quando não existe a requisição, que neste caso impossibilita aos colaboradores do ISQ terem conhecimento específico do tipo de serviço pretendido (pontos de calibração, equipamentos, quantidade, etc), causando uma aplicação dos valores dos serviços prestados e não dos serviços que o cliente pretende. A diferença entre estas duas situações, é que sem requisição, os colaboradores do ISQ realizam as calibrações e ensaios aos equipamentos com base em requisições de anos anteriores, podendo esta ser diferente do pretendido pelo cliente.

No que diz respeito ao grupo da aplicação incorrecta de valores, este relaciona-se fundamentalmente com a aplicação de valores de preços unitários, descontos, taxas de IVA, etc. Há que ter em atenção à taxa de IVA que varia consoante a localização do cliente. Para clientes localizados em Portugal Continental, a taxa de IVA é de 20%, sendo de 14% e 15% respectivamente para os arquipélagos da Madeira e dos Açores. Caso o cliente seja internacional, a aplicação da taxa de IVA é de 0%, uma vez que o serviço é posteriormente taxado no respectivo país.



Figura 4.12 - Diagrama em Árvore de facturas com nome do cliente errado

Por fim, em relação ao Diagrama em Árvore de facturas com nome de cliente errado, a informação referente aos dados do cliente é o único motivo encontrado que contribui para uma factura com erro. Estes dados são a informação que permite identificar o cliente como é descrita pelo último nível da figura 4.12:

Após a conclusão dos Diagramas em Árvore foi mais simples identificar e definir correctamente os CTQ's. A tabela seguinte apresenta a definição dos CTQ's, com os respectivos requisitos do cliente:

Tabela 4.3 - CTQ's (Características críticas para qualidade)

Necessidades do Cliente VOC (<i>Voice of the customer</i>)	Requisitos	CTQ
O cliente pretende receber a factura	Enviar a factura para a morada correcta das instalações do cliente de forma a o mesmo efectuar a liquidação	<p>Extraviado</p> <ol style="list-style-type: none"> A morada está correcta quando: <ul style="list-style-type: none"> A designação da Rua/Avenida/Praceta está correcta; O número do prédio/andar/apartado/bloco está correcto; O número de código postal está correcto; A designação da localidade está correcta. Outros motivos: <ul style="list-style-type: none"> Erro do cliente; Extravio interno; Extravio da transportadora (CTT): <ul style="list-style-type: none"> Encomenda não entregue; Erro no processo. <p>Quando um destes requisitos falha, então a factura é considerada como uma factura defeituosa.</p>
Valor correcto a pagar	Factura com valor correcto a liquidar pelo cliente	<p>Valor da factura incorrecto</p> <ol style="list-style-type: none"> O valor está correcto quando: <ul style="list-style-type: none"> O valor unitário está correcto; O valor intercalar está correcto; A quantidade está correcta; A descrição do equipamento/serviço está correcto; O valor da taxa de desconto está correctamente aplicado; O valor total sem a taxa de IVA está correcto; A taxa de IVA está correctamente aplicada; O valor total com a taxa de IVA está correcto. A requisição está correcta quando: <ul style="list-style-type: none"> Existe requisição anexada; Em caso de solicitação de orçamento, o mesmo se encontra com o valor total correcto. <p>Quando um destes requisitos falha, então a factura é considerada como uma factura defeituosa.</p>
Factura com o nome do cliente correcto	A factura deve conter o nome correcto da empresa e/ou do cliente	<p>Nome de cliente errado</p> <p>Os dados do cliente estão correctos quando:</p> <ul style="list-style-type: none"> O nome ou a designação social da empresa está correcto escrito; O número de contribuinte ou o número de ident. fiscal está correcto; O número do cliente do ISQ está correcto; <p>Quando um destes requisitos falha, então a factura é considerada como uma factura defeituosa.</p>

Com base nas justificações das reclamações dos clientes, identificou-se a designada voz do cliente (VOC – *Voice Of the Customer*) e consequentemente os requisitos do cliente. Desta forma, e com o suporte da informação dos Diagramas em Árvore dos três motivos de reclamação, definiu-se um CTQ para cada motivo de reclamação.

Após a determinação dos CTQ's, pode-se afirmar que a definição operacional de uma factura é quando esta cumpre todas as características dos CTQ's. Caso alguma característica de algum CTQ falhe então a factura é considerada como defeituosa.

4.2.5 Determinação do actual desempenho do processo

4.2.5.1 Identificação e caracterização da amostra

Uma vez que a análise realizada na fase de Definição respeitante ao volume de facturas reclamadas por área, foi efectuada tendo como base os dados referentes às datas de Janeiro de 2008 a Junho de 2009, a amostra de facturas emitidas para a determinação do desempenho actual do processo deveria ser baseada no mesmo período temporal. Assim, recolheram-se todas as facturas emitidas pelo Labmetro neste período (12.479 facturas). Uma vez que se pretendia possuir uma representação da população, recolheu-se uma amostra aleatória, composta por 200 facturas. Esta amostra é composta por todas as facturas emitidas no período referido, sendo que algumas destas foram sujeitas a reclamações por parte dos clientes. O objectivo era possuir uma amostra representativa da população, constituída quer por facturas reclamadas, quer por facturas não reclamadas, de forma a fazer uma análise e determinar a variabilidade do processo.

4.2.5.2 Análise da amostra

A análise da amostra foi realizada com principal incidência nas reclamações por ocorrência de um ou mais requisitos dos três CTQ's definidos anteriormente. Com base na definição operacional da factura analisou-se a amostra e registaram-se os seguintes resultados:

Tabela 4.4 - Análise da amostra para o cálculo do actual desempenho do processo

CTQ 1							CTQ 2							CTQ 3																																																																									
Extraviado				Outros motivos			Valor facturado incorrecto				Requisição			Nome de cliente errado																																																																									
2	Rua/Avenida/Praceta			0	Prédio/andar/apartado/bloco			0	Código postal			0	Localidade			3	Erro do cliente			0	Extravio Interno			0	Extravio da transportadora (CTT)			1	Valor unitário			0	Valor intercalar			1	Quantidade			0	Descrição do equipamento/serviço			3	Taxa de desconto			0	Valor total sem taxa de IVA			0	Taxa de IVA			0	Valor total com taxa de IVA			0	Não existe requisição			4	Valor orçamentado			0	Nome ou designação social da empresa			0	Número de contribuinte ou de ident. fiscal			0	Número do cliente do ISQ				Outros				Facturas não reclamadas		
5							9							0							4	187																																																																	

Constatou-se que numa amostra de 200 facturas, 187 representavam facturas sem defeito, enquanto 13 facturas com 18 reclamações tinham sido reclamadas, sendo que 5 devido aos requisitos do primeiro CTQ, 9 do segundo CTQ e 4 devido a outros motivos. O CTQ 3 (Nome de cliente errado), não teve nenhuma reclamação nesta amostra, apesar de ser considerado um motivo de reclamação bastante importante.

Para se determinar o DPMO, e consequentemente o nível Sigma do processo foi necessário definir o número de oportunidades para defeito, pelo que se estipulou que seriam 4. A definição deste valor tem de ser considerado de uma forma de “bom senso”, não existindo uma formula que o permita calcular. Assim, foi necessário agrupar vários motivos e aspectos, de forma a fazer uma escolha ponderada entre o impacto que têm no negócio do ISQ e na satisfação do cliente. Assim definiu-se que as quatro oportunidades para defeito são as seguintes:

1. Dados do cliente:

- Designação Social da empresa;
- # de contribuinte;
- # de cliente;
- Morada.

2. Valor da factura:

- Valor unitário;
- Taxa de descontos;
- Taxa de IVA;
- Valor orçamentado;

3. Descrição do serviço:

- Designação/descrição do serviço realizado;
- Quantidade de equipamentos;
- Quantidade de pedidos de realização de serviços.

4. Falta elementos:

- Nome do responsável pela área de prestação do serviço;
- Nome do colaborador que realizou o serviço;
- Data da prestação do serviço.

Após a determinação do número de oportunidades para defeito foi possível calcular o nível sigma do processo:

$$\begin{aligned} \text{DPMO} &= \frac{\# \text{ de defeitos}}{\# \text{ de oportunidades de defeitos} \times \text{dimensão da amostra}} \times 10^6 \\ &= \frac{18}{4 \times 200} \times 10^6 = 22500 \end{aligned}$$

O nível Sigma calculado corresponde ao nível Sigma a longo prazo uma vez que se está a trabalhar com dados históricos:

$$\begin{aligned} \text{Nível } \sigma \text{ de longo prazo} &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 \times \ln(\text{DPMO})} \\ &= 0,8406 + \sqrt{29,37 - 2,221 \times \ln(22500)} = 3,51 \approx 3,5 \end{aligned}$$

Em alternativa à forma de cálculo anteriormente apresentada, existe uma outra, que permite determinar o valor do nível Sigma através de uma tabela de conversão de DPMO's. A cada

valor de DPMO está associado um determinado nível Sigma, como se pode confirmar pela tabela 4.5.

Tabela 4.5 - Associação do nível sigma com o DPMO e o desempenho

Nível Sigma	DPMO	Desempenho
1,5	500.000	50%
3,0	66.810	93.320%
3,5	22.700	97,730
4,0	6.210	99,3790%
4,5	1.350	99,8650%
5,0	233	99,9770%
6,0	3,4	99,99966%

Por observação da tabela 4.5, verifica-se que o desempenho do processo para um nível sigma de 3,5 é de aproximadamente 97,73%.

4.2.6 Determinação das metas

Após a determinação dos valores padrão de desempenho do processo (nível Sigma de 3,5), foi possível definir metas espectáveis para o processo, uma vez que já se conheciam os valores do actual desempenho. Assim, de acordo com o objectivos estratégicos da administração do ISQ e de acordo com uma análise do processo, estipulou-se alcançar um nível sigma de 4,0 entre 6 a 12 meses, o que representaria um desempenho de aproximadamente 99,34% e uma diminuição de aproximadamente 6210 reclamações (tabela 4.5). Com a implementação das potenciais soluções na fase de melhoria, espera-se que as reclamações diminuam para pouco mais de um quarto do actual valor. A obtenção de nível Sigma de 4,0 no sector dos serviços representa um valor bastante ambicioso e desafiante, uma vez que neste sector existem diversos factores de variabilidade, que muitas vezes são difíceis de controlar.

4.3 Fase de Análise

Esta fase foi extremamente importante, uma vez que permitiu identificar as causas-raiz do problema, entre um conjunto de potenciais causas. Contudo, foi necessário confirmar a selecção das causas-raiz através da realização da análise a duas amostras de facturas

reclamadas, que posteriormente foram sujeitos à realização de um teste de hipóteses para a validação dos seus resultados.

Para além de conhecer as principais causas do problema, foi possível compreender todos os factores e variáveis que estão sujeitas a erros e que consequentemente resultam em algum tipo de reclamação por parte do cliente.

4.3.1 Análise do processo causador do problema

A compreensão do processo que está em análise (processo de facturação) foi vital para o entendimento do fluxo de trabalho. Apesar de os problemas estarem ligados a este processo, foi necessário estudar a análise a outros processos que estão relacionados com este, uma vez que os equipamentos e informação que dão entrada noutros departamentos podem influenciar os resultados do processo de facturação. Assim, foi necessário compreender os seguintes processos:

- Processo geral;
- Processo de orçamentação;
- Processo de recepção dos equipamentos para a prestação do serviço (calibração e/ou ensaio);
- Processo dos laboratórios (prestação dos serviços);
- Processo de facturação;
- Processo de expedição dos equipamentos;
- Processo da DAF (Departamento de Administração e Financeiro).

Para a compreensão destes processos foi necessário recorrer a um fluxograma, de modo a serem representadas todas as tarefas e decisões dos processos. Apresenta-se na figura 4.13 o fluxograma do processo geral:

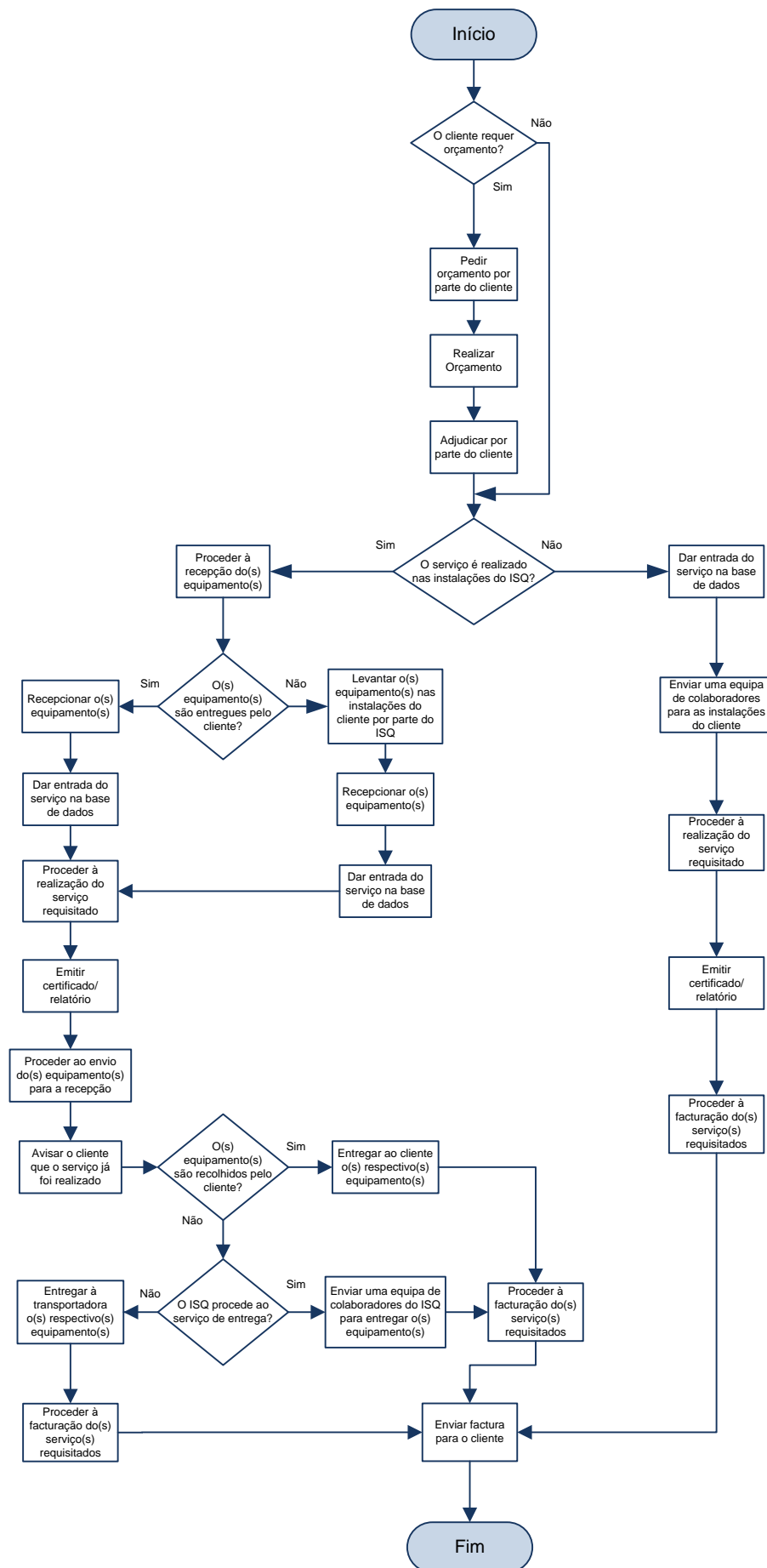


Figura 4.13 - Fluxograma do processo geral

O fluxograma referente ao processo geral foi elaborado a partir do acompanhamento diário de todo o ciclo das tarefas, desde a entrada em contacto do cliente com o ISQ até à expedição dos equipamentos. Os fluxogramas referentes aos restantes processos podem ser consultados no anexo I.

O fluxograma do processo geral (figura 4.13), representa, a um nível macro, os procedimentos actuais dos colaboradores do ISQ, no que diz respeito às respectivas tarefas dos diferentes departamentos do Labmetro. Cada um dos restantes fluxogramas, representa, a um nível muito mais detalhado, a sequência de tarefas padrão envolvidas em cada departamento abrangido pelo processo geral

4.3.2 Identificação e organização das potenciais causas do problema

Ao analisar os fluxogramas dos diversos processos, é perceptível que existem tarefas e decisões que possuem maior factor de variabilidade, sendo que é nestes pontos onde haverá maior probabilidade de erros, originando facturas defeituosas e consequentemente reclamações por parte do cliente.

Com base na compreensão geral da ocorrência dos três CTQ's seleccionados na fase de Medição, é perceptível verificar, por observação dos fluxogramas, quais as tarefas e decisões que contribuem com mais peso para a ocorrência dos diversos erros. Analisando de uma forma genérica os fluxogramas, verifica-se que as tarefas relacionadas com a inserção dos dados do cliente no sistema Labmetro, no momento da recepção dos equipamentos, originam a facturação de determinados serviços a clientes errados e possibilita o seu extravio, estando estes associados aos CTQ's "Nome de cliente errado" e "Extravio" respectivamente.

Verifica-se também que a falta de requisição pode originar problemas no processo de recepção, no processo dos laboratórios e no processo de facturação, sendo estes problemas relacionados com os três CTQ's "Valor facturado incorrecto", "Nome de cliente errado" e "Extravio". O facto de o ISQ não possuir a requisição do cliente inviabiliza o correcto preenchimento do BRE (Boletim de Recepção de Entrada) no acto da recepção dos equipamentos relativamente aos dados do cliente. Nos laboratórios, é necessária a requisição para que os colaboradores realizem os serviços de acordo com o que o cliente efectivamente

pretende, e por fim, se o departamento de facturação não tiver acesso à requisição não poderá verificar a designação social da empresa e a morada para o posterior envio da factura.

Outro aspecto bastante importante é a aplicação dos preços unitários dos serviços, dos descontos e do IVA nos processos de orçamentação e facturação, sendo que estes erros estão associados com o CTQ “valor facturado incorrecto”. Caso os colaboradores do ISQ se enganem na atribuição dos preços unitários, nos descontos e no IVA, o cliente verificará que quando receber a factura os valores não serão idênticos, pelo que reclamará. É certo que este aspecto só acontecerá caso o valor da factura seja superior ao do orçamento, ou seja, a aplicação incorrecta dos respectivos valores por parte do sector de orçamentação seja inferior aos estipulados. Por outro lado, a aplicação dos preços unitários, do desconto e do IVA, pode não acontecer no processo de orçamentação, mas sim no processo de facturação. A ocorrência destes erros neste último sector, deve-se em parte ao complexo processo de facturação, uma vez que é necessário passar por três sistemas diferentes (Labmetro, Excel, SAP). Porém, a comunicação entre o sector da orçamentação e o da facturação é limitado, sendo que por vezes, benefícios que sejam atribuídos ao cliente no sector da orçamentação (devido a desconto de quantidade, preços mais baixos em outras organizações de metrologia, etc), não são sempre comunicação ao sector facturação, pelo que este aplica os respectivos valores em situações normais.

4.3.2.1 Estabelecimento da relação causa-efeito das diversas causas potenciais

A identificação da relação entre as causas e os respectivos efeitos são essenciais na compreensão dos problemas do processo. Com base na análise conjunta do Diagrama de Afinidades (figura 4.8), Diagrama de Relações (figura 4.9), Diagramas em Árvore (figura 4.10, 4.11 e 4.12), Fluxogramas (figura 4.13 e anexo I) e a realização de vários *Brainstorming* com os colaboradores dos respectivos sectores, foi possível elaborar um Diagrama de Ishikawa, de forma a apresentar a relação de todas as potenciais causas (ocorridas e não ocorridas) com todos os efeitos. Este diagrama contempla toda a informação necessária a uma análise mais rigorosa, documentando as causas que efectivamente ocorrem, mas também as que são possíveis de ocorrer devido à estrutura do processo. Apresenta-se na figura 4.14 Diagrama de Ishikawa elaborado:

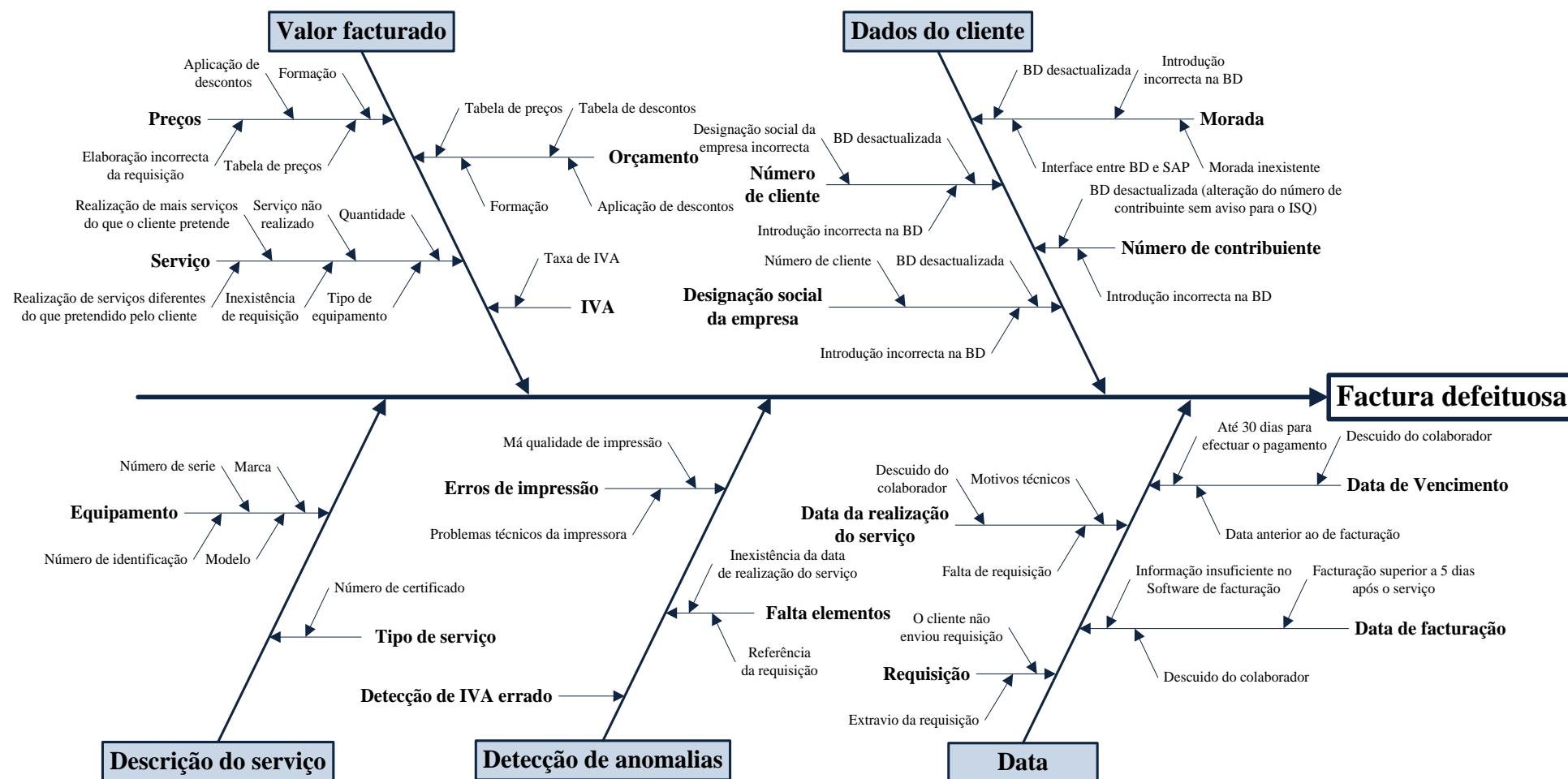


Figura 4.14 - Diagrama de Ishikawa

A partir do Diagrama de Ishikawa (figura 4.14) identificaram-se os cinco principais e potenciais causas do problema:

- Datas incorrectas;
- Dados do cliente incorrectos;
- Detecção de anomalias;
- Valor facturado incorrecto;
- Descrição do serviço incorrecto.

Em cada uma destas causas foi possível detalhar o problema até ao terceiro nível de pormenor, identificando-se um conjunto bastante alargado de potenciais causas. A ocorrência de alguma destas causas terá como consequência a emissão de uma factura defeituosa, que poderá ser reclamada pelo cliente, caso este identifique o problema.

4.3.2.2 Priorização das potências causas do problema

Uma vez identificado o conjunto de potenciais causas do problema, é necessário proceder à sua hierarquização, de modo a priorizar as principais causas e consequentemente, identificar as causas-raiz do problema.

Uma vez que não é possível nem é necessário abordar todas as causas identificadas anteriormente, é fundamental a identificação e selecção das causas-raiz do problema, pois estas serão as que terão maior significado na abordagem da criação de soluções. De forma, a compreender as principais causas, utilizou-se uma Matriz Causa-Efeito, utilizando como variáveis de entrada do processo chave (KPIV – *Key Process Input Variable*) todos os elementos identificados no Diagrama de Ishikawa (figura 4.14), distribuídos pelos três níveis de detalhe. De forma a fazer a relação com as principais consequências, recorreu-se como variáveis de saída do processo chave (KPOV – *Key Process Output Variable*) os três CTQ's anteriormente identificados (“Extraviado”, “Valor facturado incorrecto” e “Nome de cliente errado”). Apresenta-se na figura 4.15 a Matriz Causa-efeito construída:

			Key Process Output Variables									
			CTQ	1	2	3						
			Importância para o cliente	3	10	8						
			Classificação do cliente	3	1	2						
			KPOV									
				Extraviado	Valor de factura incorrecto	Nome de cliente errado	Classificação	Avaliação	Total	Média de 2º nível	Classificação de 2º nível	
			KPIV									
1º Nível	2º Nível	3º Nível										
1	Data		Até 30 dias para efectuar o pagamento	1	1		40	1,20	13	8,7	17	
2		Data de vencimento	Data anterior ao de facturação				47	0,00	0			
3			Descuido do colaborador	1	1		40	1,20	13			
4		Data de realização do serviço		Motivos técnicos		1		44	0,93	10	10,0	15
5				Falta de requisição		1		44	0,93	10		
6				Descuido do colaborador		1		44	0,93	10		
7		Data de facturação		Informação insuficiente no software	1	1		40	1,20	13	19,7	13
8				Descuido do colaborador	1	1		40	1,20	13		
9				Facturação superior a 5 dias após o serviço	1	3		27	3,06	33		
10		Requisição		O cliente não enviou a requisição	1	3		27	3,06	33	33,0	10
11			Extravio da requisição	1	3		27	3,06	33			
12	Dados do cliente	Designação social da empresa	BD desactualizada	9	3	9	3	9,44	102	102,0	1	
13				Introdução incorrecta na BD	9	3	9	3	9,44			102
14				Número de cliente	9	3	9	3	9,44			102
15		Número de contribuinte		BD desactualizada	1	1	9	20	5,37	58	58,0	8
16				Introdução incorrecta na BD	1	1	9	20	5,37	58		
17		Número de cliente		BD desactualizada	9	3	9	3	9,44	102	102,0	1
18				Introdução incorrecta na BD	9	3	9	3	9,44	102		
19				Designação social da empresa incorrecta	9	3	9	3	9,44	102		
20		Morada		BD desactualizada	9		3	22	3,89	42	42,0	9
21				Interface entre BD e SAP	9		3	22	3,89	42		
22			Introdução incorrecta na BD	9		3	22	3,89	42			
23			Morada inexistente	9		3	22	3,89	42			
24	Detecção de anomalias	Erros de impressão	Má qualidade de impressão	1	1	1	37	1,67	18	18,0	14	
25				Problemas técnicos da impressora	1	1	1	37	1,67			18
26		Falta de elementos		Inexistência da data da realização do serviço				47	0,00	0	9,0	16
27				Referência da requisição	1		3	37	1,67	18		
28		Detecção de IVA errado	Detecção de IVA errado		9		9	8,33	90	90,0	3	
30	Valor facturado	IVA	Taxas de IVA		9		9	8,33	90	90,0	3	
31		Serviço		Quantidade		9		9	8,33	90	83,0	5
32				Tipo de equipamento		3		30	2,78	30		
33				Serviço não realizado		9		9	8,33	90		
34				Inexistência de requisição	1	9	3	1	10,00	108		
35				Realização de mais serviços do que o cliente solicitou		9		9	8,33	90		
36				Realização de serviços diferentes aos solicitados		9		9	8,33	90		
37		Orçamento		Tabela de preços		9		9	8,33	90	77,0	7
38				Formação	1	3	1	26	3,52	38		
39				Tabela de descontos		9		9	8,33	90		
40				Aplicação de descontos		9		9	8,33	90		
41		Preço		Formação		3		30	2,78	30	79,5	6
42				Tabela de preços		9		9	8,33	90		
43				Aplicação de descontos		9		9	8,33	90		
44			Elaboração da requisição incorrectamente	1	9	3	1	10,00	108			
46	Descrição do serviço	Equipamento	Marca		3		30	2,78	30	30,0	11	
47				Modelo		3		30	2,78			30
48				Número de série		3		30	2,78			30
49				Número de identificação		3		30	2,78			30
50			Tipo de serviço	Número de certificado		3		30	2,78	30	30,0	11
Total				315	1880	480						
Pontuação				1,68	10,00	2,55						
Classificação				3	1	2						

Figura 4.15 - Matriz Causa-Efeito

A definição da importância para o cliente dos KPOV's (CTQ's), foi atribuída de acordo com um critério de conveniência para o cliente. A escala foi definida de 1 a 10, sendo o primeiro (1) valor o nível mais baixo de importância e o último (10), o nível máximo de importância que determinado factor tem para o cliente. Foi também atribuído o nível de relação que as diversas causas têm com os efeitos numa escala de 0, 1, 3 e 9, sendo a inexistência de relação atribuído o valor 0, uma relação fraca o valor de 1, relação média o valor 3 e uma relação forte o valor 9.

Depois de elaborada a Matriz Causa-Efeito, verificou-se que o conjunto de potenciais causas-raiz (nível 3) seria bastante vasto, uma vez que havia excessivas causas com a classificação 1, 3 e 9 (identificados com as cores vermelho, laranja e amarelo, representando o grau de importância da classificação). Relembra-se que o objectivo era encontrar um conjunto bastante limitado de causas, o que não estava a ocorrer. Assim, foi determinado as classificações para as causas de nível 2, de forma a diminuir significativamente a dimensão do conjunto pretendido. O resultado foi a identificação de 7 causas, contrapondo-se às 20 anteriormente determinadas. Porém, as que possuem classificação 1 podem ser agregadas representando a “Designação Social da Empresa”, uma vez que estão relacionadas. As duas causas que tiveram classificação 3, podem também ser agrupadas por estarem igualmente relacionadas, dando origem à causa “IVA”. Por fim, identificaram-se o “serviço”, o “Preço” e o “Orçamento”, como potenciais causas-raiz com as classificações 5, 6 e 7 respectivamente. Desta forma, o conjunto de potenciais causas-raiz é composto por:

- Designação social da empresa incorrecta;
- IVA incorrecto;
- Serviço incorrecto;
- Preço incorrecto;
- Orçamento incorrecto;

4.3.3 Confirmação da identificação das potenciais causas-raiz

Após a identificação de um conjunto de potenciais causas-raiz, foi necessário verificar a veracidade da “descoberta”, comprovando que estas eram efectivamente as causas-raiz. Assim, recolheram-se aleatoriamente duas amostras de 150 facturas reclamadas cada, (com recurso ao Excel), extraídas a partir da base de dados das reclamações. Procedeu-se à sua análise relativamente às potenciais causas-raiz e realizou-se um teste de hipóteses para verificar se as duas amostras eram significativamente diferentes. As duas amostras podem ser consultadas no anexo II. O resultado pode ser visualizado na tabela seguinte:

Tabela 4.6 - Análise da amostra 1 relativamente à ocorrência das potenciais causas-raiz

Amostra	Designação social da empresa incorrecta	IVA incorrecto	Serviço incorrecto	Preço incorrecto	Orçamento incorrecto	Outros	Facturas correctas
1	26	8	2	29	2	69	17
2	27	6	3	33	0	56	25

Ao analisar a tabela 4.6, foi possível verificar que o número de ocorrências detectadas em cada potencial causa-raiz, é bastante semelhante entre as duas amostras. No decorrer da análise de cada amostra verificou-se que existiam uma quantidade significativa de registo de facturas reclamadas que efectivamente não apresentavam características de reclamação, ou seja, eram pedidos de informação por parte do cliente ou outras situações, mas que eram registados como reclamação. Outro aspecto verificado foi a ocorrência de reclamações por diversos motivos diferentes das potenciais causas-raiz. Para se compreender melhor a proporção de cada factor, elaborou-se os gráficos que se seguem a seguir da amostra 1 e 2:

Reclamações por causa-raiz Amostra 1

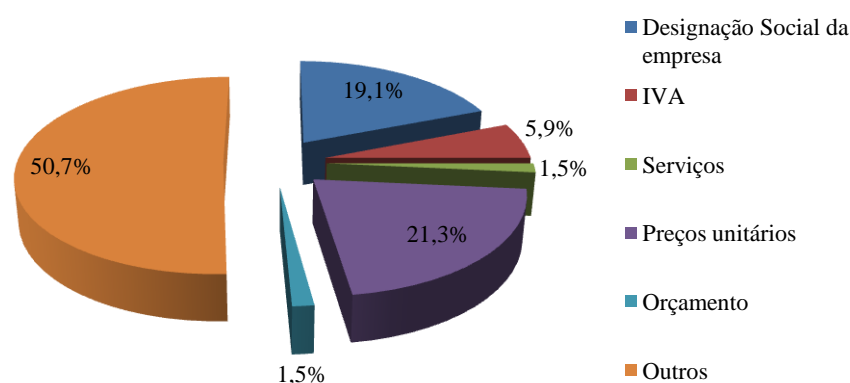


Figura 4.16 - Proporção das potenciais causas-raiz na amostra 1

Reclamações por causa-raiz Amostra 2

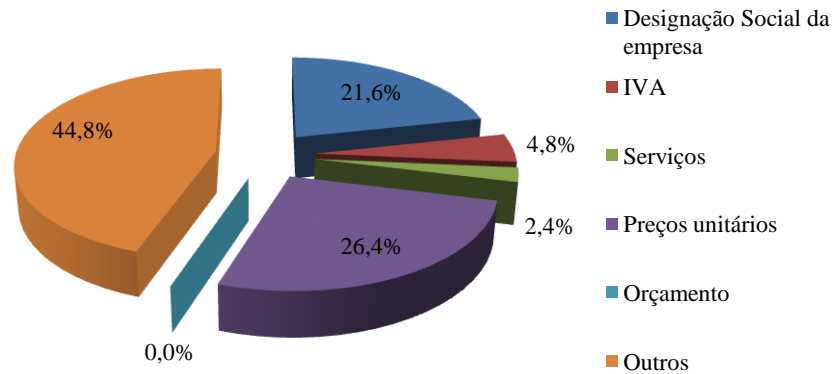


Figura 4.17 - Proporção das potências causas-raiz na amostra 2

Observando os valores das proporções de cada factor, verificou-se que estes eram bastante idênticos nas duas amostras. Contudo, apesar de se ter retirado duas amostras representativas da população de facturas reclamadas, é necessário confirmar através de um teste de hipóteses, se estas são significativamente diferentes. Assim realizou-se um teste de hipóteses de proporções, de forma a comparar os valores das 5 potências causas-raiz da amostra 1 com os respectivos valores da causa 2. Desta forma definiu-se que:

$$\left| \begin{array}{l} H_0 : p_1 = p_2 \\ H_1 : p_1 \neq p_2 \end{array} \right| \Leftrightarrow \left| \begin{array}{l} H_0 : p_1 - p_2 = 0 \\ H_1 : p_1 - p_2 \neq 0 \end{array} \right| \text{ sendo } p_1 = \hat{\mu}_{p_1} \text{ e } p_2 = \hat{\mu}_{p_2} \Rightarrow \text{Teste bilateral}$$

$$\hat{p}_1 = p_1$$

$$\hat{p}_1 = p_1$$

$$\text{Proporção} = p = \frac{x_{x_i}}{n_j}, j = 1, 2 \text{ e } i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$$

$$\text{Estatística de teste: } Z_0 = \frac{(p_1 - p_2) - (\hat{p}_1 - \hat{p}_2)}{\sigma_{p_1 - p_2}}$$

$$\text{Sendo } \sigma_{p_1 - p_2} = \sqrt{\frac{\hat{p}_1(1 - \hat{p}_1)}{n_1} + \frac{\hat{p}_2(1 - \hat{p}_2)}{n_2}}$$

Rejeita-se a hipótese nula se: $|Z_0| > z_{\alpha/2}$ ou $|Z_0| < -z_{\alpha/2}$

Assim conclui-se que:

Tabela 4.7 - Dados das amostras 1 e 2

	Amostra 1(n_1)			Amostra 2(n_2)		
	Ocorrências(n_{1j})	p_1	p'_1	Ocorrências(n_{1j})	p_2	p'_2
Designação Social da Empresa	26	0,17	0,17	27	0,18	0,18
IVA	8	0,05	0,05	6	0,04	0,04
Serviços	2	0,01	0,01	3	0,02	0,02
Preços Unitários	29	0,19	0,19	33	0,22	0,22
Orçamento	2	0,01	0,01	0	0,00	0,00
Outros	66	0,44	0,44	56	0,37	0,37
Facturas correctas	17	0,11	0,11	25	0,17	0,17
Dimensão da amostra(n_j)	150			150		

Seguidamente é apresentado a condição de rejeição de H_0 :

Tabela 4.8 - Determinação da possibilidade de rejeição de H_0

	$\sigma_{p_1-p_2}$	Z_0	$ Z_0 $	$\alpha = 10\% \Rightarrow Z_{crit} = 1,64$	$\alpha = 5\% \Rightarrow Z_{crit} = 1,96$
Designação Social da Empresa	0,04	-0,15	0,15	Não Se rejeita H_0	Não Se rejeita H_0
IVA	0,02	0,55	0,55	Não Se rejeita H_0	Não Se rejeita H_0
Serviços	0,01	-0,45	0,45	Não Se rejeita H_0	Não Se rejeita H_0
Preços Unitários	0,05	-0,57	0,57	Não Se rejeita H_0	Não Se rejeita H_0
Orçamento	0,01	1,42	1,42	Não Se rejeita H_0	Não Se rejeita H_0
Outros	0,006	1,18	1,18	Não Se rejeita H_0	Não Se rejeita H_0
Facturas correctas	0,04	-1,34	1,34	Não Se rejeita H_0	Não Se rejeita H_0

Após calcular o valor absoluto de Z_0 , de acordo com as formulas anteriormente mencionadas, foi necessário determinar o Z_{crit} . Assim, recorrendo à tabela da distribuição Normal Reduzida (apresentada no anexo III) e para um grau de significância de 10% e 5% verificou-se que o Z_{crit} era de 1,64 e 1,96 respectivamente.

Como $|Z_0| < Z_{critico}$, para todas as causas-raiz (tabela 4.8), não se rejeita H_0 , logo para um nível de significância de 10 % e de 5%, concluiu-se que as proporções das diferentes potenciais causas-raiz não eram significativamente diferentes.

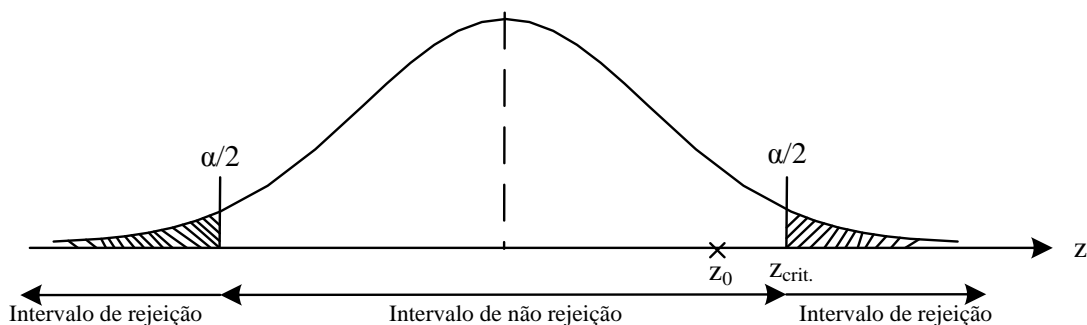


Figura 4.18 - Curva de Distribuição Normal

4.3.4 Definição das causas-raiz do processo

Apesar de se ter confirmado que as proporções não eram significativamente diferentes, verificou-se que as causas “Serviço” e “Orçamento” tinham uma pequena percentagem de ocorrência, pelo que se decidiu que não representariam causas-raiz, apesar de identificadas na Matriz Causa-Efeito (figura 4.15).

Por outro lado, verificou-se que a causa “Outros” que representava as restantes causas, possuía uma grande percentagem de ocorrências, 50,7% e 44,8% nas amostras 1 (figura 4.16) e 2 (figura 4.17) respectivamente. Assim, houve a necessidade de perceber quais eram as maiores causas dentro do grupo “Outros” e ver se representavam possíveis causas-raiz. O resultado é apresentado seguidamente:

Proporção de reclamações do grupo "Outros" (Amostra 1)

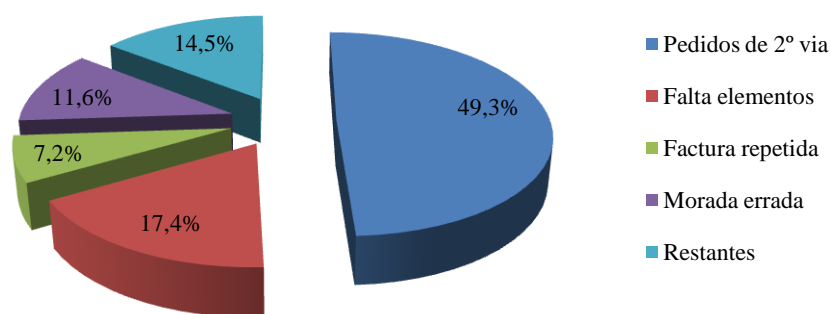


Figura 4.19 - Proporção de reclamações do grupo "Outros" (Amostra 1)

Proporção de reclamações do grupo "Outros" (Amostra 2)

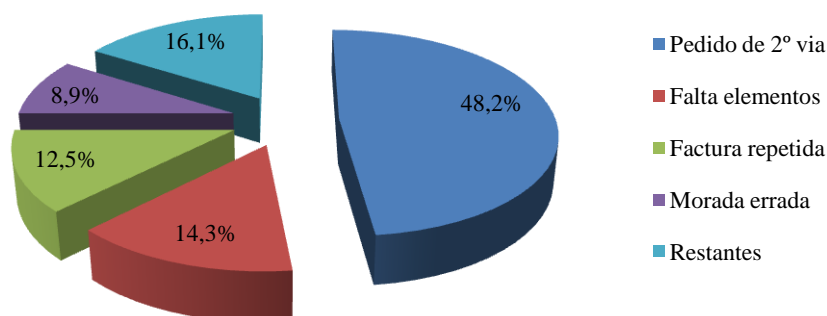


Figura 4.20 - Proporção de reclamações do grupo "Outros" (Amostra 2)

As amostras 1 e 2, figura 4.19 e 4.20 respectivamente, permitiram identificar nitidamente que o maior factor foi o “pedido de 2º via” da factura com aproximadamente 50% em ambas as amostras. Verificou-se também a identificação de mais três factores, “Falta de elementos”, “Factura repetida” e “Morada errada”, sendo estes significativos, mas não possuindo uma expressão tão grande quanto o “Pedido de 2º via”.

Assim, decidiu-se que as causas-raiz do problema são compostas por:

- Preço unitário incorrecto;
- Designação social da empresa incorrecta;
- Pedido de 2º via devido a extravio;
- IVA.

Apesar de se ter identificado a causa “Falta de elementos” como possível causa-raiz, esta não foi definida como tal, uma vez que no diagrama de Pareto (figura 4.6), não foi evidenciada. Este facto não significa uma incorrecta medição do processo (Fase de Medição), uma vez que caso se tivesse considerado, então estar-se-ia a violar o conceito do Diagrama de Pareto (80% dos problemas são causados por 20% das causas).

4.3.5 Quantificação financeira das oportunidades de melhoria

Uma das principais funções da gestão empresarial é o controlo dos custos da qualidade, ou seja, os custos de desperdícios ou dos resíduos, que neste caso são os custos associados às facturas reclamadas. São identificados dois tipos de custos, os custos directos e os custos indirectos. Relativamente aos custos directos, identificam-se os designados custos de falhas externas que se desenvolvem em duas etapas, custos com o reenvio de novas facturas e custos com os rendimentos dos colaboradores que tratam das facturas reclamadas.

A tabela seguinte apresenta um resumo dos custos associados ao reenvio das facturas reclamadas:

Tabela 4.9 - Custos com o reenvio das facturas reclamadas

	Labmetro
Custo médio de manutenção por impressora à Xerox	325€
Média mensal de facturas reclamadas	125
% média de reenvios de facturas reclamadas	75%
Média de reenvio de facturas reclamadas por mês	94
Custo médio de impressão por factura	0,10€
Custo de envio via CTT (selo + envelope)	0,42€
Custo médio mensal de reenvio de nova factura	≈50€
Custo médio anual de reenvio de novas facturas	≈600€

A tabela 4.9 identifica que 75% das facturas reclamadas têm de ser reenviadas, não se conseguindo efectuar uma nota de crédito ao cliente. Assim, depois de examinar os custos em média de cada item na tabela descrito, obtém-se um custo anual de 600€.

De seguida apresenta-se a tabela referente aos custos associados aos rendimentos dos trabalhadores que tratam das facturas reclamadas:

Tabela 4.10 - Custos associados aos colaboradores que tratam das facturas reclamadas

	Tarifa horária	Horas dispensadas	Custos por mês	Custos por ano
Responsável pela resolução das reclamações	8,17€	97	792€	9.510€
Overhead			83€	1000€
Subtotal			876€	10510€

Com uma taxa horária de 8,17€ e despendendo 97 horas mensais para o tratamento e resolução das facturas reclamadas, custos mensais são de 792€. Adicionando os custos gerais (*Overhead*) de 83€/mês, o custo total será de 876€/mês.

Relativamente aos custos indirectos, verifica-se a ocorrência de custos de oportunidade, ou seja, perda dos benefícios (investimento) por o valor da factura ainda não ter sido liquidada pelo cliente. A análise que se segue é referente aos dados do mês de Junho de 2009, que poderá ser generalizada para os restantes onze meses de actividade da organização.

Tabela 4.11 - Custos relativos aos valores em dívida

	Laboratórios	Labmetro
Valor da dívida	2.388.437€	
Juros da dívida acumulado a Junho	14.208€	
Média mensal	2.368€	
% do Juro sobre a dívida	0,10%	
Valor de facturas reclamadas	133.522€	73.873€
Facturas reclamadas n°	108	85
Peso das facturas reclamadas na dívida	5,6%	3,10%
Média ponderada do valor do juro da dívida nas facturas reclamadas	133,52€	73,87€
Taxa de juro de referência bancário	3,5%	3,5%
Custo de oportunidade	6.966,27€	
Custo de oportunidade de facturas reclamadas	389,44€	215,46€
Subtotal	522,96€	289,34€

A tabela 4.11 identifica que o valor em dívida nos laboratórios é de 2.388.437€, ao que corresponde um valor de 73.873€ referente ao valor em dívida das facturas reclamadas do Labmetro. Aplicando a taxa de juro de 0,10% sobre a dívida, obtém-se 73,87€ de valor do juro em dívida. Por outro lado, o facto de haver um montante em dívida, impossibilita a aplicação desse valor em outros negócios. Assim, aplicando uma TANL (taxa anual nominal líquida) de 3,5% (valor de referência) ao montante em dívida, obtém-se um custo de oportunidade das facturas reclamadas de 215,46€. No total, o custo médio com a dívida das facturas reclamadas é de 289,34€ anual.

Adicionando todos os custos anteriormente mencionados e generalizando para todos os doze meses os custos mensais, contabiliza-se um total de 14.576,29€ dispendidos anualmente.

Por fim, existem muitos outros custos que não são visíveis e consequentemente não quantificáveis. É possível exemplificar alguns exemplos através da “Teoria do *Iceberg*”, em que apenas um terço dos custos totais são perceptíveis e dois terços não são visíveis, mas existem (figura 4.21), como sejam:

- Imagem da organização;
- Fidelidade dos clientes;
- Satisfação dos clientes;
- Descredibilidade da organização;
- Capital humano desmotivado;
- Recursos naturais.

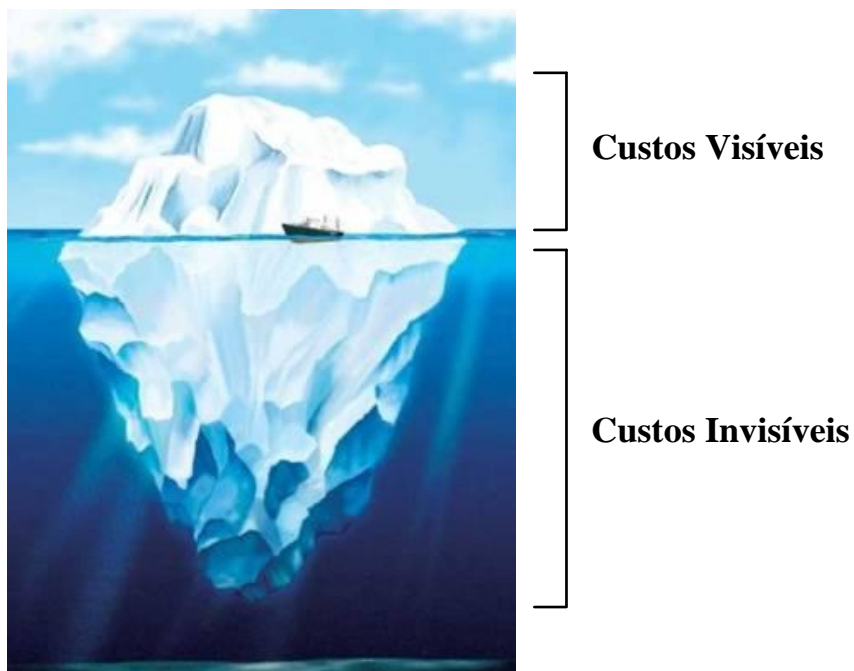


Figura 4.21 - Teoria do Iceberg

Todos estes custos, visíveis e invisíveis podem ser eliminados através da implementação das soluções apropriadas.

4.4 Fase de Melhoria

4.4.1 Ideias e potenciais soluções

Através da realização de vários *Brainstormings* com colaboradores de diferentes áreas, foi possível conceber um conjunto de ideias e potenciais soluções para a resolução das causas-raiz anteriormente identificadas. As potenciais soluções encontradas, são centradas em três áreas fundamentais do Labmetro, recepção, orçamentação e facturação, sendo que algumas, dizem respeito a soluções operacionais e outras relacionam-se com os métodos de trabalho das diversas áreas. Contudo, existem algumas potenciais acções de melhoria que são transversais a todas as áreas. Para melhor percepção do âmbito das soluções, estas foram organizadas por área de acção, uma vez que algumas soluções, podem resolver várias causas.

1 Orçamentação

1.1 Elaboração de orçamentos para todos os serviços, quer o orçamento seja solicitado ou não. Quando não existe orçamento, o cliente pode não ter a noção do valor da factura, sendo que quando a recebe, pode reclamar por considerar que a factura foi mal realizada.

Vantagem:

- a) Orçamento constituiu mais uma fonte de informação e de conhecimento de ambas as partes (ISQ e cliente) das condições de contrato, sendo que o cliente tem informação de quanto vai pagar e o ISQ tem a informação relativamente aos dados do cliente (nome da empresa, morada, contacto).
- b) Na base de dados do Labmetro, a possibilidade de cada serviço estar ligado a um orçamento, permite consultar sempre os preços adjudicados.

Resolução de possíveis causas: Preços unitários, IVA e Designação Social da Empresa.

1.2 Elaboração de orçamentos rectificativos, ou seja, revisão dos orçamentos sempre que ocorram alterações contratuais nomeadamente, alteração do número de itens a ensaiar e a calibrar;

Vantagem:

- a) A elaboração de orçamentos rectificativos permite que o cliente tenha conhecimento que o valor da factura pode variar em relação ao primeiro orçamento, uma vez que foi detectada uma quantidade diferente de equipamentos e/ou serviços, do que estava mencionado no orçamento e/ou requisição.

Resolução de possíveis causas: Preços unitários.

- 1.3 Desenvolvimento de uma plataforma informática na BD do Labmetro para rastrear/ligar cada serviço a um determinado orçamento, ou seja, a base de dados Labmetro seria carregada com a informação de todos os equipamentos (informação do modelo, marca e tipo de serviço realizado) da maioria dos clientes.

Vantagem:

- a) No acto da recepção dos equipamentos, gerar-se-ia um orçamento dinâmico consoante os equipamentos entregues pelo cliente. Assim, quando o cliente entregar os equipamentos, o colaborador da recepção conseguiria estabelecer ligação entre os equipamentos recepcionados e os que constam na base de dados e carregaria imediatamente um documento que serviria como BRE e orçamento a partir de uma função *drag-and-drop* (arrastar e largar).
- b) Esta medida seria uma continuação e um aperfeiçoamento da medida 1.1, permitindo que os colaboradores da área da facturação tivessem sempre um documento adjudicado pelo cliente, para auxiliar na facturação, tendo informação dos preços adjudicados, quantidade de serviços e equipamentos.

Resolução de possíveis causas: Preços unitários, IVA e Designação Social da Empresa.

2 Recepção

- 2.1 Implementação do pronto pagamento/venda a dinheiro. Uma das medidas possíveis poderá passar por pronto pagamento até um determinado valor para todos os clientes;

Vantagens:

- a) Esta medida permite não haver a necessidade de emissão de factura, emitindo somente um recibo. Caso haja algum erro é imediatamente detectado e corrigido no acto do pagamento do serviço.
- b) O facto de não haver emissão de facturas evita-se o extravio das facturas e erros na designação social da empresa.
- c) Liquidação imediata dos serviços prestado, eliminando o custo de oportunidade, por o dinheiro já se encontrar na posse do ISQ.
- d) Diminuição do risco de perda da cobrança da factura por parte do cliente

Resolução de possíveis causas: Preços unitários, Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

NOTA: sempre que se procede a um pronto pagamento é extremamente necessário dar baixa na BD da liquidação do serviço, a fim de evitar a emissão da factura.

2.2 Desenvolvimento informático na BD do Labmetro na apresentação de um alerta, sempre que se esteja na presença de um cliente pertencente a um grupo empresarial.

Vantagens:

- a) Correcta identificação da empresa no acto de preenchimento do BRE, uma vez que é apresentada uma lista das empresas inseridas em grupos empresariais, de forma a que quando se preencha o BRE seja possível visualizada todas as empresas pertencentes ao grupo;

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

NOTA: compreende-se como grupo empresarial, empresas inseridas num mesmo grupo, como por exemplo a PT, que abrange outras empresas como PT Sistema de Informação, PT Inovação, PT Prime, PT Comunicações, etc.

2.3 Promover a divulgação do número de cliente SAP: Apresentação do número de cliente SAP no orçamento, na factura e no Labmetro Online.

Vantagem:

- a) A única forma de identificação inequívoca do cliente. Num grupo constituído por diferentes empresas, todas podem possuir o mesmo NIF, no entanto, o que as distingue é o número de cliente SAP.

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

2.4 Implementar a utilização de um cartão de cliente com todos os dados do cliente;

Vantagens:

- a) Tornar o acto de recepção mais rápido e com menos erros, aconselhando o cliente a mostrar o cartão no acto de entrega dos equipamentos.

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

2.5 Distinguir de forma inequívoca a morada que consta nos certificados/relatórios, da morada para onde vai ser enviada a factura, através da apresentação de um texto de pedido de esclarecimento no orçamento:

“Caso o cliente pretenda que a designação da empresa e respectiva morada para onde a factura é enviada, seja diferente do a que se encontra mencionada no cabeçalho no presente orçamento, é favor informar”.

Vantagens:

- a) Permite aos colaboradores do ISQ, nomeadamente da facturação e recepção, saberem para onde enviar a factura e com que designação da empresa.

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

2.6 Caso o envio dos equipamentos se proceda por transportadora, pedir ao cliente no acto do embalamento/expedição anexar junto do equipamento um documento/folha que estaria disponível no Labmetro online com a identificação da respectiva empresa (documento com número de cliente SAP e possível código de barras).

Vantagens:

- a) Na folha disponível no Labmetro Online apareceria por defeito o respectivo número de cliente SAP e por baixo apareceriam todas as moradas do cliente possíveis do cliente. O cliente teria que seleccionar para onde pretende o envio da factura, imprimir e anexar ao equipamento. Esta medida permitiria que na recepção do equipamento fosse possível perceber que esse equipamento pertenceria a determinada empresa e informaria a morada para onde enviar a factura.

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

Exemplo: O cliente CIMA, possui 1 único cliente SAP, mas diversas moradas. No entanto, as facturas são todas enviadas para a morada do Carregado do Sal.

2.7 Definição de responsabilidades e regras dos diferentes colaboradores na área da recepção;

Vantagens:

- a) Permitir maior organização nas diversas funções da recepção de modo a que colaboradores com menor experiência tenham tarefas às suas medidas.

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

2.8 Formação e sensibilização dos colaboradores das áreas da recepção;

Vantagens:

- a) Dotar os colaboradores de conhecimentos e de bom senso para as tarefas que intervêm com as funções de identificação de clientes, preenchimento de BRE,

abertura de cliente, passar cliente ao estado activo e identificação de equipamentos.

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

2.9 Formação e sensibilização dos colaboradores de prestação de serviços no exterior no que diz respeito à abertura de BRE's;

Vantagens:

a) Caso se mantenha o interesse de os colaboradores do exterior possuírem permissão para a abertura de BRE's, então é necessário dar formação/sensibilizar estes, para o correcto preenchimento de todos os campos, nomeadamente os dados críticos do cliente;

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

2.10 Pedir requisição para todos os serviços, mesmo os de metrologia legal

Vantagens:

a) Facilidade de interligar os equipamentos que são recepcionados nas instalações do ISQ com a identificação do cliente

Resolução de possíveis causas: Preços unitários e Designação Social da Empresa.

2.11 Elaborar uma lista com todos os clientes e os respectivos números de cliente SAP e colocar no Labmetro para que todos os clientes possam consultar;

Vantagens:

a) Permitir que cada cliente consulte o seu número de cliente SAP e possivelmente os respectivos dados, de forma a se melhor identificar na requisição.

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa.

3 Facturação

3.1 Implementação da factura electrónica;

Vantagens:

- a) Envio das facturas por correio electrónico, permitindo diminuir o número de extravios;
- b) Redução de custos com a emissão e envio de facturas (correio CTT).

Resolução de possíveis causas: Pedido de 2º via devido a extravio.

3.2 Consulta da factura na BD do Labmetro;

Vantagens:

- a) Possibilidade do cliente fazer download da factura na BD do Labmetro;

Resolução de possíveis causas: Pedido de 2º via devido a extravio.

3.3 Carregar a base de dados Labmetro com todos os preços de calibração e ensaio (pelo menos da metrologia legal);

Vantagens:

- a) Permite elaborar a factura de forma simples e sem erros em termos de preços, uma vez que quando se for facturar, os mesmos já estejam nos respectivos campos;

Resolução de possíveis causas: Preços unitários e IVA.

3.4 Hiperligação na BD do Labmetro que apresentaria uma lista de protocolos da respectiva empresa;

Vantagens:

- a) Facilidade em consultar preços adjudicados e contratos com clientes que têm preços especiais e descontos.

Resolução de possíveis causas: Preços unitários e IVA.

3.5 Divulgação do NIB no site do ISQ para os clientes que pretende fazer pronto pagamento e criação de um *template* no *public folder* para o envio do NIB para os clientes.

Vantagens:

- a) Possibilita aos clientes interessados efectuar o pronto pagamento do serviço prestado pelo ISQ através do conhecimento do NIB.

Resolução de possíveis causas: Pedido de 2º via devido a extravio.

4 Outros

4.1 Autorização da abertura de novo cliente pelo Labmetro exclusiva ao preenchimento integral de todos os dados do cliente (Designação social da empresa, morada, contacto, NIF, etc.). Caso algum dos dados não estiver preenchido, a BD do Labmetro não permite a abertura de novos clientes;

Vantagens:

- a) Medida que permite que os colaboradores do ISQ, não façam a abertura de novo cliente sem possuir todos os dados do mesmo, o que origina por vezes erros na facturação.

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

- 4.2 Criar um manual de procedimentos de utilização da base de dados Labmetro para o esclarecimento dos colaboradores relativamente às suas dúvidas;

Vantagens:

- a) Duvidas referentes a determinados procedimentos podem ser respondidas através da consulta do manual de procedimento.

Resolução de possíveis causas: Preços unitários, IVA e Designação Social da Empresa.

- 4.3 Todos os pedidos de alteração de informação do cliente (designação social da empresa, número de contribuinte, morada, etc.), recepcionados no serviço ao cliente, devem ser efectuados imediatamente nesse mesmo departamento e avisar a respectiva área dessa alteração.

Vantagens:

- a) Melhor gestão da informação do cliente, não havendo base de dados com informação diferente e desactualizada

Resolução de possíveis causas: Designação Social da Empresa e Pedido de 2º via devido a extravio.

Seguidamente apresenta-se o resumo das potenciais soluções com a possibilidade de resolução das causas-raiz:

Tabela 4.12 - Resumo das potências soluções

Potências soluções	Área de intervenção	Resolução de potências causas-raiz			
		Preço unitário	IVA	Designação Social da Empresa	Pedido de 2º via devido a extravio
1.1	Orçamentação	X	X	X	
1.2	Orçamentação	X			
1.3	Orçamentação	X	X	X	
2.1	Recepção	X		X	X
2.2	Recepção			X	X
2.3	Recepção			X	X
2.4	Recepção			X	X
2.5	Recepção			X	X
2.6	Recepção			X	X
2.7	Recepção			X	X
2.8	Recepção			X	X
2.9	Recepção			X	X
2.10	Recepção	X		X	
2.11	Recepção			X	
3.1	Facturação				X
3.2	Facturação				X
3.3	Facturação	X	X		
3.4	Facturação	X	X		
3.5	Facturação				X
4.1	Outras áreas			X	X
4.2	Outras áreas	X	X		
4.3	Outras áreas			X	X

4.4.2 Análise custo-benefício

Após a identificação de um conjunto de potenciais soluções, foi necessário realizar uma filtragem das mesmas, de forma a compreender os seus constrangimentos e a seleccionar as que seriam viáveis. Desta forma, decidiu-se que a solução 2.4 e a 3.2 seriam imediatamente excluídas, uma vez que apresentavam constrangimentos difíceis de ultrapassar. Em relação à solução 2.4 (implementação de um cartão de cliente), esta permitiria solucionar principalmente a causa da designação social errada da empresa, contudo apresenta uma grande desvantagem. Muitos dos equipamentos dos clientes, são entregues nas instalações do ISQ por transportadoras, o que impossibilitaria a apresentação do cartão de cliente da respectiva empresa. Relativamente à solução 3.2 (consulta da factura na BD Labmetro), esta seria uma solução passiva, ou seja, apesar de ser disponibilizada a factura na plataforma informática, não haveria maneira de obrigar o cliente a consultá-la e a efectuar a respectiva liquidação, porque ficaria ao critério de cada cliente a consulta da respectiva factura.

Em relação às restantes soluções foi necessário compreender as vantagens que se podiam usufruir das suas implementações e os respectivos custos, que podem ser expressos em termos

de capital ou em termos de recursos e meios. Foi necessário fazer a distinção de soluções operacionais das soluções relativas a métodos de trabalho. Assim, as acções de melhoria que são representadas por métodos de trabalho são: 1.1, 1.2, 2.1, 2.3, 2.5, 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, 2.10, 2.11, 3.5, 4.1e 4.3. As vantagens que se podem obter da implementação destas soluções foram anteriormente descritas, contudo, estas permitem também melhorar os processos das respectivas áreas. Métodos e regras bem definidas permitem que o processo de trabalho seja mais fluido, diminuição de tempos de realização de tarefas e especialização dos colaboradores das funções que lhes compete. Apesar de algumas soluções incrementarem um pouco a carga de trabalho de alguns colaboradores, a implementação destas soluções vai permitir uma diminuição do trabalho nos colaboradores da facturação e do tratamento de reclamações. Com a diminuição do trabalho destes colaboradores, estes podem ser transferidos para as áreas que possuem mais carga de trabalho. Todos estes benefícios irão incrementar robustez dos processos e dotar os seus serviços de maior capacidade de resposta a erros. Por outro lado, existe um custo a pagar pela implementação destas soluções. Tempo de adaptação dos colaboradores, erros iniciais de falta de experiencia e a possibilidade de pequenos custos, são os constrangimentos necessários à implementação destas soluções. Apesar destes custos, a administração decidiu que, de acordo com os objectivos estratégicos, estas soluções serão de implementar, uma vez que as vantagens sobrepõem-se a estes custos.

Em relação às soluções operacionais, a situação é diferente, pois algumas podem necessitar de investimentos consideráveis. Uma vez que as soluções, 1.3, 2.2, 3.3 e 3.4, são soluções de desenvolvimentos informáticos e sendo que actualmente todo o desenvolvimento das diversas plataformas informáticas são realizadas pelo departamento de serviços informáticos, estas soluções seriam da responsabilidade deste departamento. Assim, em termos de custos de realização destes diversos projectos, o ISQ teria de despende muito pouco. Os benefícios obtidos destas soluções seriam bastante importante para o alcance dos objectivos que este projecto se propõem.

Relativamente à solução 4.3, ao desenvolvimento de um manual de utilização da base de dados Labmetro para todos os colaboradores permitiria a estes possuírem uma ferramenta de consulta bastante importante, quer na resposta a dúvidas, quer na formação de novos colaboradores. O custo do desenvolvimento deste manual seria praticamente nulo, uma vez que cada área do sector do Labmetro teria a responsabilidade de documentar as tarefas realizadas na base de dados Labmetro.

Por fim, a única solução que efectivamente possui custos é a 3.1 em que é necessário subcontratar os serviços de uma empresa para fazer a plataforma informática e o interface com o SAP, uma vez que é esta a aplicação que o ISQ usa para facturar. O desenvolvimento desta medida é bastante específica e por isso será necessário recorrer a um fornecedor para prestar o serviço. O custo de implementação de uma solução de factura electrónica é bastante variável, contudo, em contacto com a empresa Indra, uma solução deste tipo poderia necessitar de um investimento pelo ISQ de aproximadamente 4.000€. Apesar dos custos envolvidos na implementação desta solução, os resultados podem ser bastante significativos. A possibilidade de diminuir drasticamente os extravios das facturas é um objectivo bastante desejado, como também, diminuir a dívida destas por o cliente nunca ter recebido a factura. Um outro grande benefício que o ISQ pode ter, é a diminuição dos custos de envio da factura, uma vez que os recursos habituais como papel, impressão, envelope e custo dos correios, não são necessários nesta solução. Sabendo que a emissão e envio de uma factura custa cerca de 52 cêntimos de euro (tabela 4.9), o ISQ pouparia aproximadamente 1500 euros por mês, sendo este valor baseado numa média mensal de facturas emitidas de 3000 por mês, exclusivamente do Labmetro. Considerando que os custos de uma factura electrónica são de 0,2€, baseado no sistema da solução da organização Indra, tem-se:

Tabela 4.13 – Custos de factura em papel Vs. Factura electrónica

Custos	Factura em papel	Factura electrónica
Impressão	0,10	
Envelope	0,10	
Selo	0,32	
Serviço		0,20
Total	0,52	0,20

Assim, é de destacar que esta solução possui grandes vantagens em termos de resolução da causa de pedidos de 2º via de facturas devido a extravio e também em termos de diminuição de custos.

4.4.3 Prioritização das principais soluções

Para o sucesso deste projecto, é essencial que as soluções identificadas e seleccionadas sejam correctamente hierarquizadas e consequentemente implementadas. As soluções que são relacionadas com métodos de trabalho não necessitam de nenhuma prioritização, uma vez que

não representam projectos, ou seja, são soluções caracterizadas fundamentalmente por regras e métodos de trabalho dos colaboradores, pelo que a implementação destas é sustentada pelos objectivos estratégicos da administração.

Uma vez que é impossível implementar todas as outras soluções em simultâneo (soluções de carácter operacional), devido a constrangimentos de tempo e recursos, é necessário proceder à sua prioritização. Desta forma foi necessário recorrer à ferramenta Matriz de Prioridades para proceder à ordenação das seguintes opções:

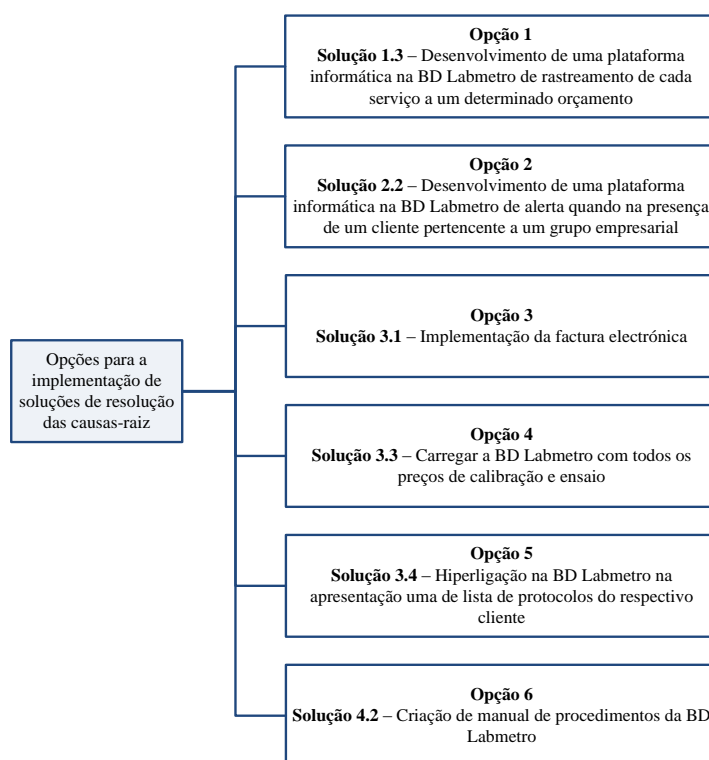


Figura 4.22 - Opções de soluções para a resolução das causas-raiz

Existem 6 opções válidas para a implementação de soluções que possam resolver os problemas originados pelas causas-raiz. De acordo com os objectivos estratégicos das direcções, foram definidos os seguintes critérios de hierarquização:

- A – Minimização dos custos de implementação;
- B – Maximização do impacto da solução;
- C – Rapidez de execução do projecto da solução;
- D – Minimização dos riscos de insucesso.

Definiu-se as ponderações, tanto dos critérios como das opções:

- 1 – Igual importância;
- 3 – Mais importante do que a alternativa;
- 9 – Muito mais importante do que a alternativa;
- 1/3 – Menos importante que a alternativa;
- 1/9 – Muito menos importante do que a alternativa.

De seguida é apresentada a matriz de prioridades referentes aos critérios:

Tabela 4.14 - Matriz de Prioridades dos critérios

	A	B	C	D	Total	Ponderação
A		1	9	3	13,00	43,01%
B	1		9	3	13,00	43,01%
C	0,11	0,11		0,33	0,56	1,84%
D	0,33	0,33	3		3,67	12,14%
Total	1,44	1,44	21	6,33	30,22	100,00%

De seguida é apresentada a matriz de prioridades das opções para cada critério:

Tabela 4.15 - Matriz de Prioridades das opções referente ao critério A

A	1	2	3	4	5	6	Total	Ponderação
1		0,33	9	0,33	0,33	3	13,00	18,81%
2	3		9	1	1	3	17	24,60%
3	0,11	0,11		0,11	0,11	0,33	0,78	1,13%
4	3	1	9		1	3	17	24,60%
5	3	1	9	1		3	17	24,60%
6	0,33	0,33	3	0,33	0,33		4,33	6,26%
Total	9,44	2,78	39	2,78	2,78	12,33	69,11	100,00%

Tabela 4.16 - Matriz de Prioridades das opções referente ao critério B

B	1	2	3	4	5	6	Total	Ponderação
1		3	0,33	3	3	9	18,33	24,48%
2	0,33		0,11	1	1	3	5,44	7,27%
3	3	9		9	9	9	39	52,08%
4	0,33	1	0,11		1	3	5,44	7,27%
5	0,33	1	0,11	1		3	5,44	7,27%
6	0,11	0,33	0,11	0,33	0,33		1,22	1,63%
Total	4,11	14,33	0,78	14,33	14,33	27	74,89	100,00%

Tabela 4.17 - Matriz de Prioridades das opções referente ao critério C

C	1	2	3	4	5	6	Total	Ponderação
1		0,33	3	1	1	3	8,33	16,09%
2	3		9	3	3	3	21	40,56%

3	0,33	0,11		0,33	0,33	0,33	1,44	2,79%
4	1	0,33	3		1	3	8,33	16,09%
5	1	0,33	3	1		3	8,33	16,09%
6	0,33	0,33	3	0,33	0,33		4,33	8,38%
Total	5,67	1,44	21	5,67	5,67	12,33	51,78	100,00%

Tabela 4.18 - Matriz de Prioridades das opções referente ao critério D

D	1	2	3	4	5	6	Total	Ponderação
1		3	0,33	1	1	3	8,33	14,82%
2	0,33		0,11	0,33	0,33	1	2,11	3,76%
3	3	9		3	3	9	27	48,02%
4	1	3	0,33		1	3	8,33	14,82%
5	1	3	0,33	1		3	8,33	14,82%
6	0,33	1	0,11	0,33	0,33		2,11	3,76%
Total	5,67	19	1,22	5,67	5,67	19	56,22	100,00%

Assim, é apresentado de seguida o resumo das tabelas anteriores, ou seja, os coeficientes de ponderação das opções por critérios.

Tabela 4.19 - Coeficientes de ponderação das opções por critérios

	A	B	C	D
1	18,81%	24,48%	16,09%	14,82%
2	24,60%	7,27%	40,56%	3,75%
3	1,13%	52,08%	2,79%	48,02%
4	24,60%	7,27%	16,09%	14,82%
5	24,60%	7,27%	16,09%	14,82%
6	6,27%	1,63%	8,37%	3,75%

Por fim, e de forma a compreender a importância de cada opção em função dos critérios anteriormente definidos, é apresentada de seguida a matriz de Prioridades das Opções Vs. Critérios:

Tabela 4.20 - Matriz de Prioridades das Opções Vs. Critérios

	A	B	C	D	Importância	Ranking
1	0,0809 ⁴	0,1053	0,0030	0,0180	0,2072	2º
2	0,1058	0,0313	0,0075	0,0046	0,1491	4ª
3	0,0048	0,2240	0,0005	0,0583	0,2876	1º
4	0,1058	0,0313	0,0030	0,0180	0,1580	3ª

⁴ 0,0809 = 0,1881 × 0,4301

5	0,1058	0,0313	0,0030	0,0180	0,1580	3 ^a
6	0,0270	0,0070	0,0015	0,0046	0,0401	5 ^a
Total					1	

Assim, verifica-se com base na tabela 4.20, que a primeira solução a ser implementada deverá ser a correspondente à opção 3, ou seja, a solução 3.1 (factura electrónica) e que de seguida deverão ser as restantes pela ordem descrita na Matriz de Prioridades das Opções Vs. Critérios (tabela 4.20).

4.4.4 Plano de implementação das soluções em larga escala

Após a hierarquização das várias soluções foi necessário proceder à realização de um plano de melhoria, de forma a organizar e delinear os diversos projectos de melhoria dos processos internos do ISQ. Uma vez que nenhuma das soluções é capaz de incidir em todas as causas-raiz, é necessário estabelecer um plano que permita conjugar as soluções prioritárias e com maior relevo, de forma que seja possível abranger todas as causas-raiz. Assim, com base na priorização realizada anteriormente, estabeleceu-se que o plano de melhoria deveria englobar as soluções 3.1 e 1.3, (1º e 2º do *ranking* de priorização respectivamente). A solução 3.1 incidirá na causa “pedido de 2º via devido a extravio de factura”, enquanto que a solução 1.3 tentará resolver as causas “preço unitário incorrecto”, “IVA incorrecto” e “designação social da empresa incorrecta”.

O plano que se segue corresponde à implementação de duas soluções, uma de construção de uma plataforma informática que permitirá enviar uma factura por correio electrónico, minimizando os riscos de extravio e a segunda de construção igualmente de uma plataforma informática de rastreamento de determinado serviço e interligando ao respectivo orçamento.

1) Principais actividades a desenvolver na implementação da medida de factura electrónica:

- Análise das potenciais soluções informáticas oferecidas pelo mercado;
- Selecção da solução a implementar;
- Contacto e discussão com o fornecedor relativamente a funções e tarefas que a solução deve realizar e traçar objectivos;
- Desenvolvimento e interligação da solução seleccionada com a plataforma existente no ISQ;
- Realização do plano de testes;
- Execução de testes e avaliação da solução informática;

- Resolução de potenciais erros e melhoria da solução.

Definição de responsabilidades e funções na implementação da medida factura electrónica:

Colaboradores do ISQ, mais precisamente do DSI (Departamento de Sistemas Informáticos), terão a responsabilidade de realizar um estudo sobre as diversas soluções informáticas existentes no mercado nacional e a realização de uma análise relativamente às suas funções e ao custo da respectiva implementação. Após um conjunto de soluções, a direcção do ISQ decidirá qual a solução mais vantajosa para a resolução dos seus problemas, de acordo com os seus objectivos. O fornecedor da solução informática desenvolverá a interligação entre a solução pretendida e a plataforma informática existente no ISQ para facturar (BD Labmetro e SAP). Por fim, alguns colaboradores do ISQ de diversas áreas, mais precisamente da orçamentação, facturação e da recepção, realizarão em conjunto com os colaboradores do fornecedor, um plano de testes, como também a execução dos mesmos e posterior avaliação. Caso existam alguns erros e funcionalidades que devam ser melhoradas, o fornecedor realizará as devidas correcções, de acordo com as necessidades do ISQ.

Planeamento e calendarização da implementação da solução de factura electrónica:

O planeamento e os prazos estipulados foram definidos, tendo em conta um prazo de implementação de 6 meses, de forma a possibilitar uma nova análise ao novo nível sigma do processo e de acordo com os objectivos definidos relativamente ao desempenho do processo. Assim, a implementação do projecto de factura electrónica deverá seguir os seguintes prazos:

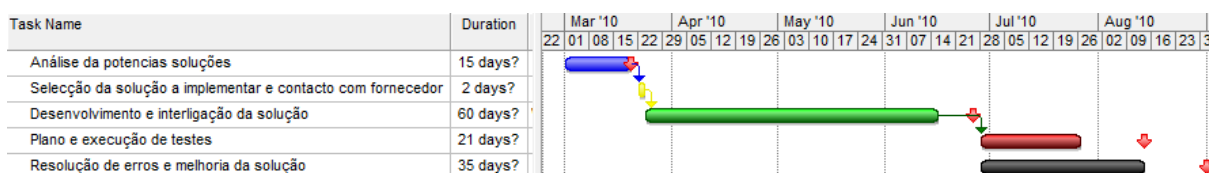


Figura 4.23 - Planeamento e calendarização da implementação da factura electrónica

Recursos necessários à implementação da factura electrónica:

Os recursos necessários à implementação desta medida, baseiam-se fundamentalmente na disponibilização dos respectivos colaboradores e na disponibilização do capital para o investimento na nova plataforma informática, que permitirá enviar as facturas para um endereço electrónico do respectivo cliente, de forma a reduzir o extravio de facturas.

2) Principais actividades a desenvolver na implementação da medida de interligação do serviço ao orçamento:

- Análise das funcionalidades da actual plataforma Labmetro;
- Definição das funcionalidades da nova plataforma e dos respectivos objectivos;
- Desenvolvimento da nova plataforma e integração com a BD Labmetro;
- Realização do plano de testes;
- Execução de testes e avaliação da solução informática;
- Resolução de potenciais erros.

Definição de responsabilidades e funções na implementação da medida de interligação do serviço ao orçamento:

O desenvolvimento de todo o projecto será da responsabilidade dos colaboradores do ISQ, sendo que o desenvolvimento da plataforma informática e respectiva integração com o sistema Labmetro será da autoria do departamento informático. A definição das novas funcionalidades e dos objectivos, terão de ser determinados entre a equipa de desenvolvimento e um conjunto de colaboradores das áreas que intervêm diariamente com o Labmetro, uma vez que estes têm conhecimento das diversas dificuldades. De igual forma, o plano e os respectivos testes serão definidos e desenvolvidos por estas duas equipas.

Planeamento e calendarização da implementação da solução de interligação do serviço ao orçamento:

Tanto a solução de factura electrónica como a da nova plataforma de interligação do serviço ao orçamento, tem a duração de 6 meses, uma vez que se pretende medir o novo nível sigma imediatamente antes da entrada em funcionamento da solução. Foi recomendado que a medição do nível sigma se faça duas vezes ao ano, ou seja, de 6 em 6 meses. O início do desenvolvimento deste projecto tem início em Março, dando tempo à administração de analisar e aprovar os respectivos recursos. Assim, a implementação deste projecto deverá seguir os seguintes prazos:

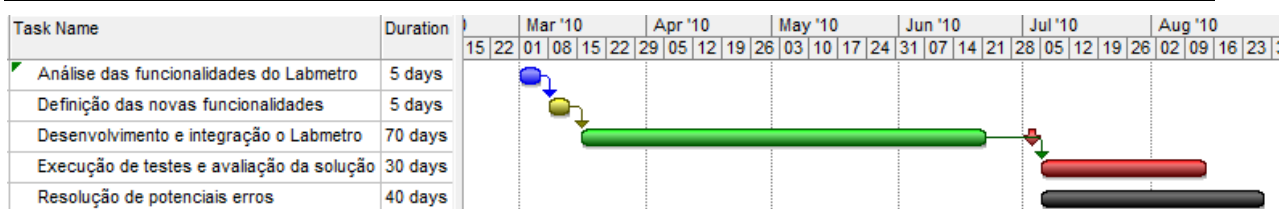


Figura 4.24 - Planeamento e calendarização da implementação da solução de interligação dos serviços com os orçamentos

Recursos necessários à implementação da solução de interligação do serviço ao orçamento:

Os recursos necessários à implementação deste projecto baseiam-se fundamentalmente na disponibilização do tempo dos colaboradores das diversas áreas, para dar apoio às variadas actividades.

4.5 Fase de controlo

O sucesso deste projecto dependerá do controlo que se fará a longo prazo, que permitirá verificar os desvios que o processo possa ter. Assim, após a implementação das respectivas soluções, definidas e seleccionadas na fase anterior (fase de melhoria) é necessário construir ferramentas de controlo e monitorização, que possibilitem garantir a sustentabilidade do projecto a longo prazo. Outro aspecto bastante importante a ter em conta futuramente é a necessidade de realizar periodicamente medições ao nível sigma do processo, controlando os novos comportamentos das características críticas da qualidade e a satisfação do cliente, uma vez que existem metas e objectivos que têm de ser atingidos.

4.5.1 Elaborar ferramentas e procedimentos de monitorização do processo

Na fase de controlo, a construção de ferramentas e procedimentos de monitorização e controlo dos processos é essencial para o alcance das metas expectáveis. Assim estabelece-se que o controlo do processo deve ser feito por meio de:

- Supervisão periódica;
- Auditorias internas;
- Amostragens periódicas.

Relativamente à medida de supervisão, é necessário que após a implementação das soluções, sejam atribuídas, a um colaborador ou uma equipa de colaboradores, as funções dirigir, orientar e inspecionar os processos. Outro meio é a realização de auditorias internas periódicas, que possibilitem averiguar se o funcionamento dos processos, após implementação das medidas de melhoria, está de acordo com as regras previamente estabelecidas. A pressão do dia-a-dia causa muitas vezes desleixos e descuidos dos colaboradores com os procedimentos normais e correctos dos diversos processos. Por este motivo, a realização de auditorias internas permitirá verificar e fornecer análises, avaliações, recomendações, sugestões e informação no que diz respeito às actividades analisadas e respectivos controlos de desempenho. O âmbito destas acções tem como objectivo revelar fraquezas ainda existentes e propor soluções, eliminando os desperdícios, simplificando tarefas e reduzindo custos, tanto do processo de facturação como dos processos que estão relacionados e que interferem com a reclamação de uma factura por parte do cliente. Deste modo, a realização de auditorias internas periódicas, estipulas num devido tempo, vão contribuir com especial relevo no apoio à gestão.

Por fim, estabelecer-se-á um período de recolha de amostras para análise dos novos níveis sigma do processo, que deverá ser de 6 meses. A recolha das amostras tem de ser aleatória e tem de seguir os pressupostos de representatividade da população de facturas reclamadas, de modo a retirar conclusões reais e plausíveis. A análise das amostras deve ser sempre realizada com os mesmos critérios para não afectar as conclusões que possam ser retiradas a longo prazo. Caso o nível sigma baixe, será necessário rever o processo, uma vez que estão a haver desvios nos mesmos.

Com a realização destas três medidas, será possível controlar o processo, tentando optimizá-lo ao máximo e verificando uma diminuição do índice de facturas reclamadas.

4.5.2 Difundir toda a informação, documentação, ferramentas e conhecimento aos colaboradores responsáveis pelo processo

Uma vez que existem outros projectos a desenvolver, é extremamente necessário após a conclusão do projecto, passar toda a informação, documentação, ferramentas e até o conhecimento adquirido aos colaboradores que ficaram responsáveis pelo controlo e monitorização dos diversos processos. Este facto é essencial para o bom funcionamento da fase de controlo, mas também para que estes colaboradores possam efectuar novos estudos ao processo, identificando novas causas-raiz e propondo novas soluções. Estes colaboradores serão os novos investigadores do processo, possuindo já conhecimentos suficientes à tomada de acção no processo.

5 Capítulo – Conclusões

A realização deste projecto pretendeu descrever a maneira como a Metodologia 6 Sigma pode ser aplicada ao sector dos serviços, mais precisamente nos processos inerentes à facturação de uma organização. Foi realizada uma pesquisa exaustiva em livros e artigos com rigor e credibilidade, de forma a possuir um conjunto de informação que suporte a presente dissertação.

O sucesso deste projecto deveu-se em parte a um factor essencial que por vezes não é reconhecido. A selecção da equipa de trabalho e a definição das respectivas funções foi fundamental na aquisição da informação, do *know how* dos processos e na recolha dos dados que suportaram as análises. Sem o auxílio dos colaboradores do ISQ seria bastante difícil, se não impossível, levar a cabo este projecto, pois foram eles que transmitiram todos os seus conhecimentos e experiencia diária nos diversos processos. É desta forma que se compreende que a correcta selecção da equipa de trabalho, representa um factor essencial na qualidade do desenvolvimento de um projecto como também do seu sucesso.

Depois de se conhecer o problema, foi necessário medir o desempenho do processo, determinando a sua variabilidade. No momento de recolha dos dados, foi perceptível que a Base de Dados das Reclamações continha muita informação divergente do que era suposto, sendo que alguns tipos de reclamação eram referentes a pedidos de informação, encontro de contas, confirmação de pagamento, etc. Deste modo, foi necessário realizar uma filtragem do conteúdo da base de dados, permitindo medir o processo com maior rigor e não misturar informação que não tem qualquer relevo para o projecto. Após conter apenas dados relativos a reclamações, determinou-se que o desempenho do processo se encontrava no nível 3,51 Sigma, ao que corresponde um DPMO de 22.500 reclamações.

Para este nível de desempenho, conclui-se que as causas que estavam por trás do problema são:

- Preço unitário incorrecto;
- Designação social da empresa incorrecta;
- Pedido de 2º via devido a extravio;
- IVA.

Para a resolução destas causas-raiz, estabeleceu-se hierarquicamente um conjunto de potenciais soluções a serem implementadas, sendo da responsabilidade da administração, a sua aprovação. Estabeleceu-se que as duas principais soluções para a resolução do problema, seria a implementação da factura electrónica, para a resolução da causa de pedido de 2º via devido a extravio e o desenvolvimento de uma plataforma informática na BD Labmetro de relacionamento de cada serviço a um determinado orçamento.

Relativamente ao controlo do processo, não foi possível apresentar resultados devido a constrangimentos de tempo, nomeadamente o tempo de implementação das respectivas soluções e o tempo necessário para que as soluções façam efeito no processo em questão. Contudo, estabeleceu-se que o procedimento mais correcto para o controlo e monitorização do processo seria a partir de supervisões periódicas, auditorias internas e recolha e análise de amostras aleatórias e periódicas, fornecendo meios e informação aos colaboradores do ISQ para tomarem medidas de acção, caso seja necessário, para garantir a estabilidade do processo.

6 Sugestões para Trabalhos Futuros

Os objectivos deste projecto foram a melhoria do processo de facturação e dos processos que estão relacionados com esta actividade, através da redução do índice de reclamações de facturação. Com a realização deste projecto, foi também possível identificar diversas fragilidades dos processos, que originam perturbações e dificuldades no normal desenrolar das tarefas associadas.

Relativamente ao desenvolvimento do método DMAIC, mais precisamente na fase de medição do desempenho do processo, foi necessário recolher diversas informações. Esta informação é tratada pelo sector no Marketing por diversas pessoas, podendo ser o critério de tipificação da reclamação diferente de colaborador para colaborador. Assim, de forma a possuir informação real e baseada nos mesmos princípios, teria sido importante avaliar o sistema de medição, que neste caso seria a atribuição pelos colaboradores, do tipo de motivo da reclamação da factura. A aplicação desta técnica designada por MSA (*Measurement System Analyzes*) deveria ter sido empregue neste projecto, contudo a extensão do mesmo e os constrangimentos organizacionais impediram a aplicação no momento da sua realização. Deste modo, é de esperar que futuramente se proceda a este estudo, de forma a apurar se a tipificação das reclamações de facturação estão a ser correctamente realizadas. Os resultados deste estudo poderiam dar indícios sobre este processo e se é necessário proceder a alterações para que a informação das reclamações seja fiel à realidade.

Após a recolha de informação exclusivamente referente às reclamações de facturação por tipos de motivo, verificou-se que a base de dados que dá suporte a esta informação, ou seja, Base de Dados das Reclamações continha outros tipos de informação entre as reclamações que não fazia sentido estarem presentes neste sistema. Estes dados são referentes a pedidos de informação do cliente, pedidos de encontro de contas, certidões de segurança social, etc. Assim, verificou-se que esta base de dados serve o propósito de gerir a informação referente à entrada em contacto do cliente com o ISQ, sendo registado na base de dados todo o tipo de informação. Deste modo, é de esperar que num horizonte temporal curto, seja analisada a hipótese de implementar uma nova base de dados, exclusiva à gestão das reclamações de facturação, sendo a restante informação registada noutra base de dados. Caso não seja intenção da Administração do ISQ, construir uma nova base de dados, poder-se-ia aplicar um filtro na actual base de dados, de modo a filtrar o tipo de informação pretendida e consequentemente, evitar a existência de dados misturados e confusos.

Com a realização da presente dissertação, foi possível identificar diversos problemas nos processos, pelo que seria interessante aplicar ainda no âmbito desta temática as metodologias *Lean Six Sigma*, *Lean DFSS* ou simplesmente o DFSS. Estas metodologias podem resolver problemas com a concepção e desenvolvimento dos processos nomeadamente o DFSS e de eliminação de etapas do processo que não acrescentem valor ao produto final, ou seja, aplicação do *Lean DFSS* e do *Lean Six Sigma* nas vertentes de desenvolvimento e concepção e de melhoria de processos, respectivamente.

7 Bibliografia

Abdolshah, M., & Yusuff, R. M. (2008). "Fundamental elements for the successful performance of six sigma projects in service industries", *Linköping University Electronic Press*, Vol. 33 (23), pp. 1-11.

Andrietta, J. M., & Miguel, P. A. (2003). "O programa Seis Sigma aplicado a processos administrativos", *Revista de Ciência e Tecnologia*, Vol. 11, pp. 49-56.

Antony, J. (2002). "Design for six sigma: a breakthrough business improvement strategy for achieving competitive advantage", *Work Study*, Vol. 51 (1), pp. 6-8.

Antony, J. (2004). "Some Pros and Cons of Six Sigma", *The TQM Magazine*, Vol. 16 (4), pp. 303-309.

Antony, J. (2006). "Six sigma for service processes", *Business Process Management Journal*, Vol. 12 (2), pp. 234-248.

Antony, J., Antony, F. J., Kumar, M., & Cho, B. R. (2007). "Six sigma in service organisations", *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 24 (3), pp. 294-311.

Beckford, J. (2002), *Quality*, 2ª Edição, Routledge, London, England.

Black, K., & Revere, L. (2006). "Six Sigma arises from the ashes of TQM with a twist", *Internacional Journal of Health Care Quality Assurance*, Vol. 19 (3), pp. 259-266.

Breyfogle III, F. W. (2003), *Implementing Six Sigma: Smarter Solutions Using Statistical Methods*, 2ª Edição, John Wiley & Sons, New Jersey.

Chakrabarty, A., & Chuan, T. K. (2009). "An exploratory qualitative and quantitative analysis of Six Sigma in service organizations in Singapore", *Management Research News*, Vol. 32 (7), pp. 614-632.

Chakrabarty, A., & Tan, K. C. (2007). "The current state of six sigma application in services", *Managing Service Quality*, Vol. 17 (2), pp. 194-208.

Croft, N. (22-02-2008). *Últimos desenvolvimentos na série de normas ISO 9000*. Consultado em 15 de 09 de 2009, de APCER - A marca da certificação. Disponível em [http://www.apcer.pt/arq/fich/_ltimos_desenvolvimentos_na_s_rie_de_normas_ISO_9001_Nigel_Croft_0.pdf].

Cruz, A. (2007), *Pesos e Medidas em Portugal*, Instituto Português de Qualidade, Caparica.

Deming, W. E. (2000), *Out of The Crisis*, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.

Deputy Under Secretary of the Army (25-08-2009). *Transformation Focus - Continuous Process Improvement (CPI)*. Consultado em 5 de Novembro de 2009, de Deputy Under Secretary of the Army Knowledge Center. Disponível em [<http://www.army.mil/ArmyBTKC/focus/cpi/tools3.htm>].

Edgeman, R. L., Bigio, D. I., Smith, R. H., & Clark, A. J. (2004). "Six Sigma as Metaphor", *Heresy or Holy Writ?*, Quality Progress , Vol. 37(1), pp. 25-30.

Feng, Q. & Kapur, K. C. (11-12-2007). *New to Six Sigma? An Introduction to Six Sigma for Students and New Quality Practitioners*. Consultado em 21 de Setembro de 2009, de IIE – Institute of Industrial Engineers. Disponível em [http://www.iienet2.org/uploadedfiles/IIE/Community/Technical_Societies_and_Divisions/Operations_Research/QCRE_Six%20Sigma%20_2_.pdf].

Fryer, K. J., Antony, J., & Douglas, A. (2007). "Critical success factors of continuous improvement in the public sector". *The TQM Magazine*, Vol. 19 (5), pp. 497-517.

Haughey, D. (09-01-2010). *RACI Matrix*. Consultao em 23 de 01 de 2010, de ProjecSmart. Disponível em [<http://www.projectsmart.co.uk/raci-matrix.html>].

ISO (Fevereiro de 2009). *Selection and use of the ISO 9000 family of standards*. Consultado em 03 de 08 de 2009, de ISO - International Organization for Standardization. Disponível em [http://www.iso.org/iso/iso_9000_selection_and_use-2009.pdf].

ISQ (2009). *Apresentação do Labmetro*. Consultado em 04 de 08 de 2009, de ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade. Disponível em [<http://site-interno.isq.pt/site/documentos.php>].

ISQ (Setembro de 2008). *Documentos de divulgação*. Consultado em 20 de 06 de 2009, de ISQ – Site interno. Disponível em [h\[ttp://site-interno.isq.pt/site/documentos.php\]](http://site-interno.isq.pt/site/documentos.php).

ISQ (2008). *Notificações, Acreditações e Reconhecimentos*. Consultado em 15 de 06 de 2009, de ISQ – Site interno. Disponível em [\[http://www.isq.pt/notifica.htm\]](http://www.isq.pt/notifica.htm).

ISQ (2008). *Organograma*. Consultado em 23 de 06 de 2009, de ISQ – Site interno. Disponível em [\[http://www.isq.pt/organograma.htm\]](http://www.isq.pt/organograma.htm).

Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (2000), *Juran's Quality Handbook*, 5ª Edição, McGraw-Hill, Singapore.

Kumar, M., Antony, J., Madu, C. N., Montgomery, D. C., & Park, S. H. (2008). “Common myths of Six Sigma demystified”, *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 25 (8), pp. 878-895.

Kwak, Y. H., & Anbari, F. T. (2006). “Benefits, obstacles, and future of six sigma approach”. *Technovation*, Vol. 26, pp. 708–715.

Link, A. N. & Scott, J. T. (Outubro de 2001). *Economic Evaluation of the Baldrige National Quality Program*. National Institute of Standards and Technology, North Carolina.

Lupan, R., Bacivarof, I. C., Kobi, A., & Robledo, C. (2005). “A Relationship Between Six Sigma and ISO 9000:2000”, *Quality Engineering*, Vol. 21, pp. 719–725.

Marques, P. A., Requeijo, J. G., & Saraiva, P. M. (2006). “Seis Sigma - Estratégia para a inovação e criação de valor”, *Qualidade: Associação Portuguesa para a Qualidade*, Vol. 35, pp. 41-48.

Marques, P. A., Saraiva, P. M., Requeijo, J. G., & El-Haik, B. (2008). “Projectos para Seis Sigma - Um mapa para o desenvolvimento de produtos, serviços e processos”, *Qualidade: Associação Portuguesa para a Qualidade*, Vol. 37, pp. 12-19.

Montgomery, D. C. (2001), *Introduction to Statistical Quality Control*, 4ª Edição, John Wiley & Sons Inc., Arizona State University.

Naumann, E., & Hoisington, S. H. (2001), *Customer Centered Six Sigma: Linking Customers, Process Improvement and Financial Results*, ASQ Quality Press, Milwaukee.

Neves, J. M. (2005), *Metrologia – Qualidade em Construções e nos Serviços*, IST – Instituto Superior Técnico, Lisboa.

Nonthaleerak, P., & Hendry, L. (2008). “Exploring the six sigma phenomenon using multiple case study evidence”, *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 28 (3), pp. 279-303.

Noronha, J. (2007), *Controlo da Qualidade - Qualidade e Qualidade Alimentar*, Escola Superior Agrária de Coimbra, Coimbra.

Park, S. H. (2003), *Six Sigma for Quality and Productivity Promotion*, Asian Productivity Organization, Tokyo.

Pereira, M. G. (2003), *Tese de Mestrado: Perspectiva da abordagem Seis Sigma no serviço ao cliente*, Faculdade de Ciências e Tecnologias da UNL, Caparica.

Pereira, Z. L. & Requeijo, J. G. (2008), *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*, 1ª Edição, Prefácio, Caparica.

Peter, S. P., Robert, P. N. & Roland, R. C. (2000), *Six Sigma Way*, McGraw-Hill., New York.

Pyzdek, T. (2003), *The Six Sigma Handbook*, 2ª Edição, McGraw-Hill, New York.

Reis, J. C. (2008). *A metrologia legal e o desenvolvimento económico e social*. Consultado em 27 de Julho de 2009, de IPQ – Instituto Português da Qualidade. Disponível em [http://www.ipq.pt/backFiles/metrologia_legal.pdf].

Reis, J. C. (2009). *A metrologia legal no comércio*. Consultado em 27 de 07 de 2009, de IPQ – Instituto Português da Qualidade. Disponível em [http://www.ipq.pt/backfiles/Metrologia_Legal_2009.pdf].

Reynard, S. (2007). “Motorola celebrates 20 Years of Six Sigma”, *Isixsigma Magazine*, pp. 20-27.

Stamatis, D. H. (1996), *Total Quality Service: Principles, Practices and Implementation*, St. Lucie Press, Florida.

Westcott, R. (2009), “Quality tools”, *Quality Progress*, pp. 19-29.

8 Webgrafia

http://www.isixsigma.com/dictionary/Master_Black_Belt-83.htm, consultado em 2 de 12 de 2009.

9 Apêndice

Apêndice I – Fluxograma dos diversos processos de facturação e de interacção

Apêndice II – Amostra da determinação do nível sigma

Apêndice III – Tabela da Distribuição Normal Reduzida

Apêndice I – Fluxogramas dos diversos processos de facturação e de interacção

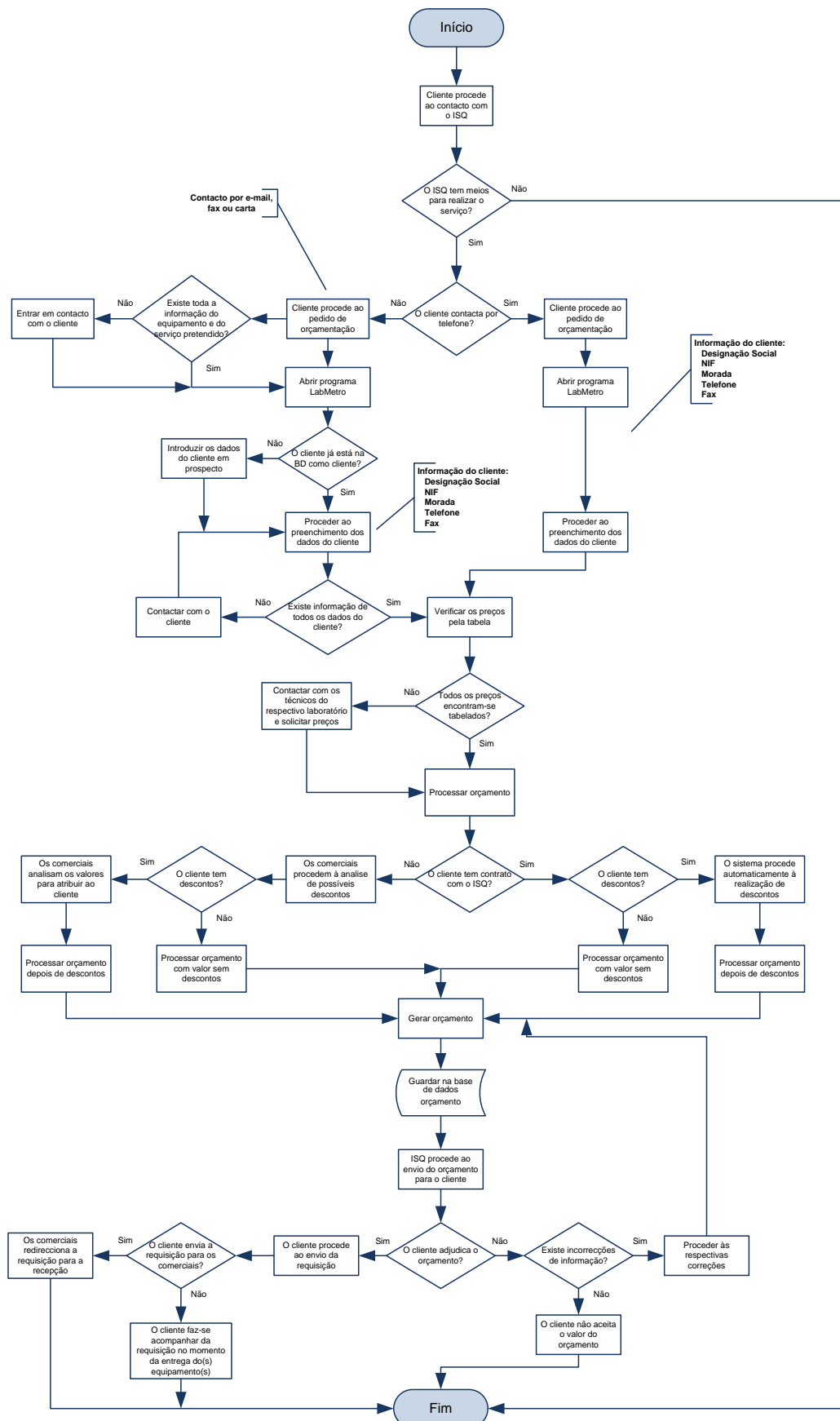


Figura 9.1 - Fluxograma do processo de orçamentação

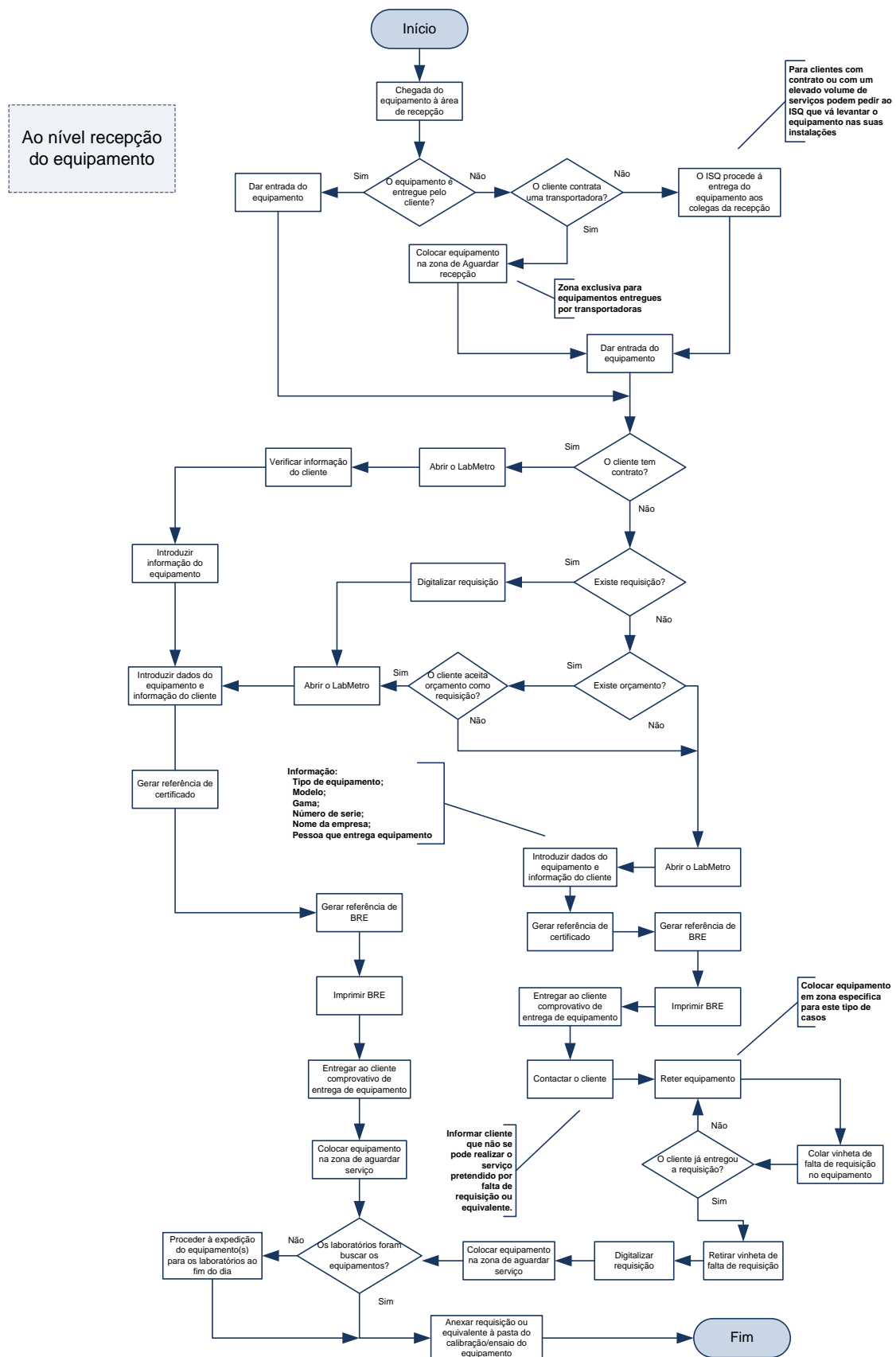


Figura 9.2 - Fluxograma do processo de recepção do equipamento

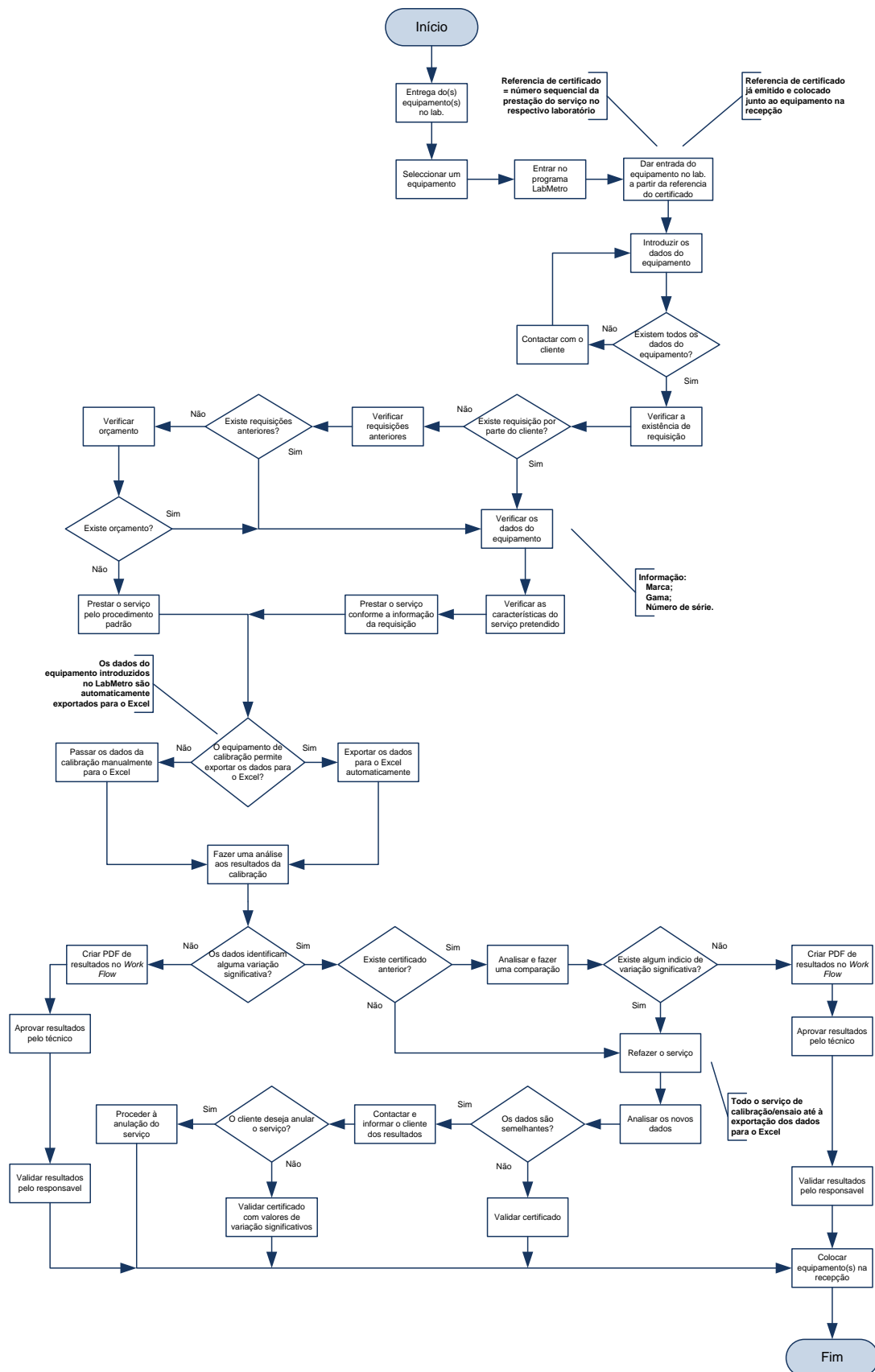


Figura 9.3 - Fluxograma do processo dos laboratórios (calibração/ensaio do equipamento)

Base de dados da metrologia

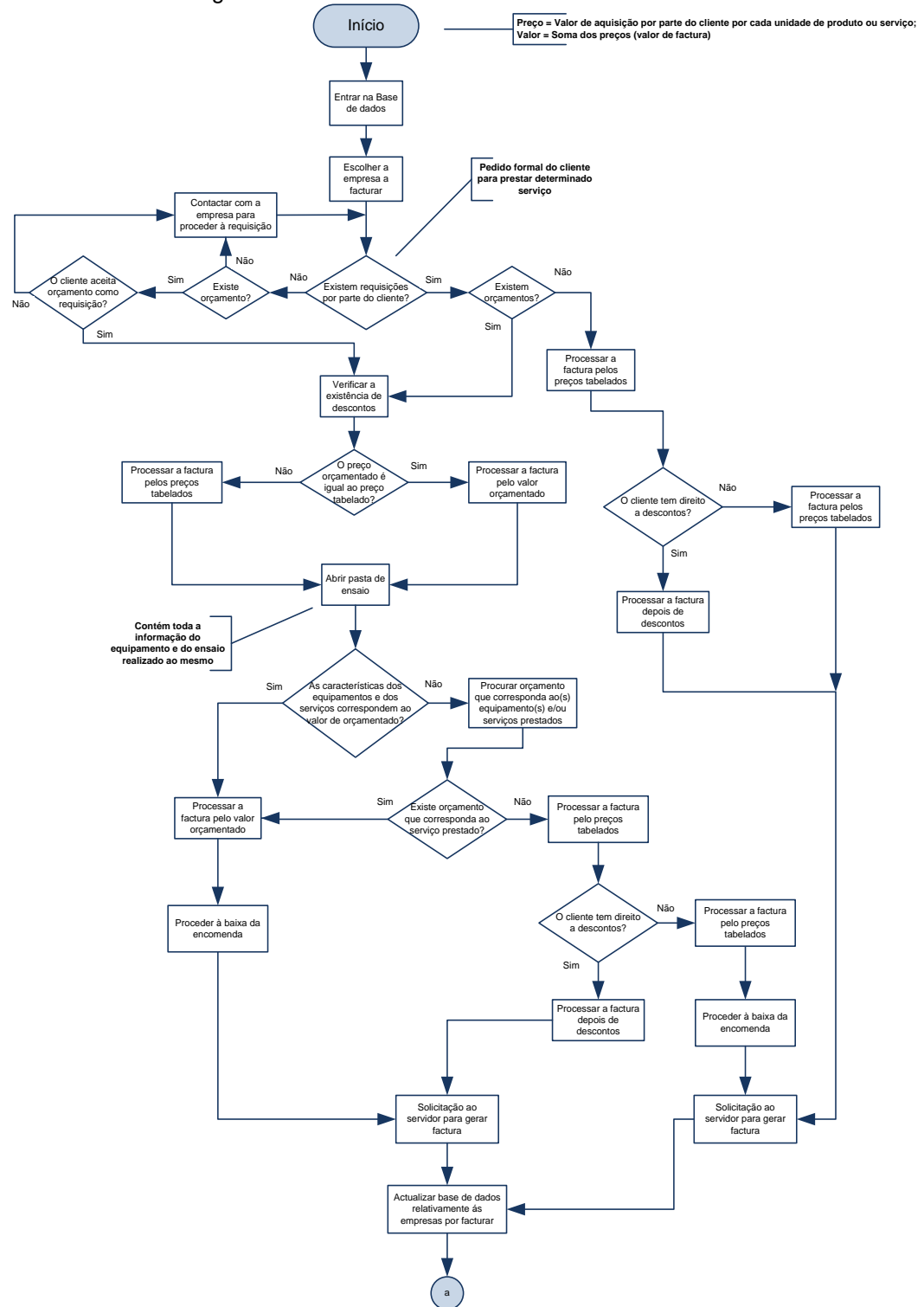


Figura 9.4 - Fluxograma do processo de facturação

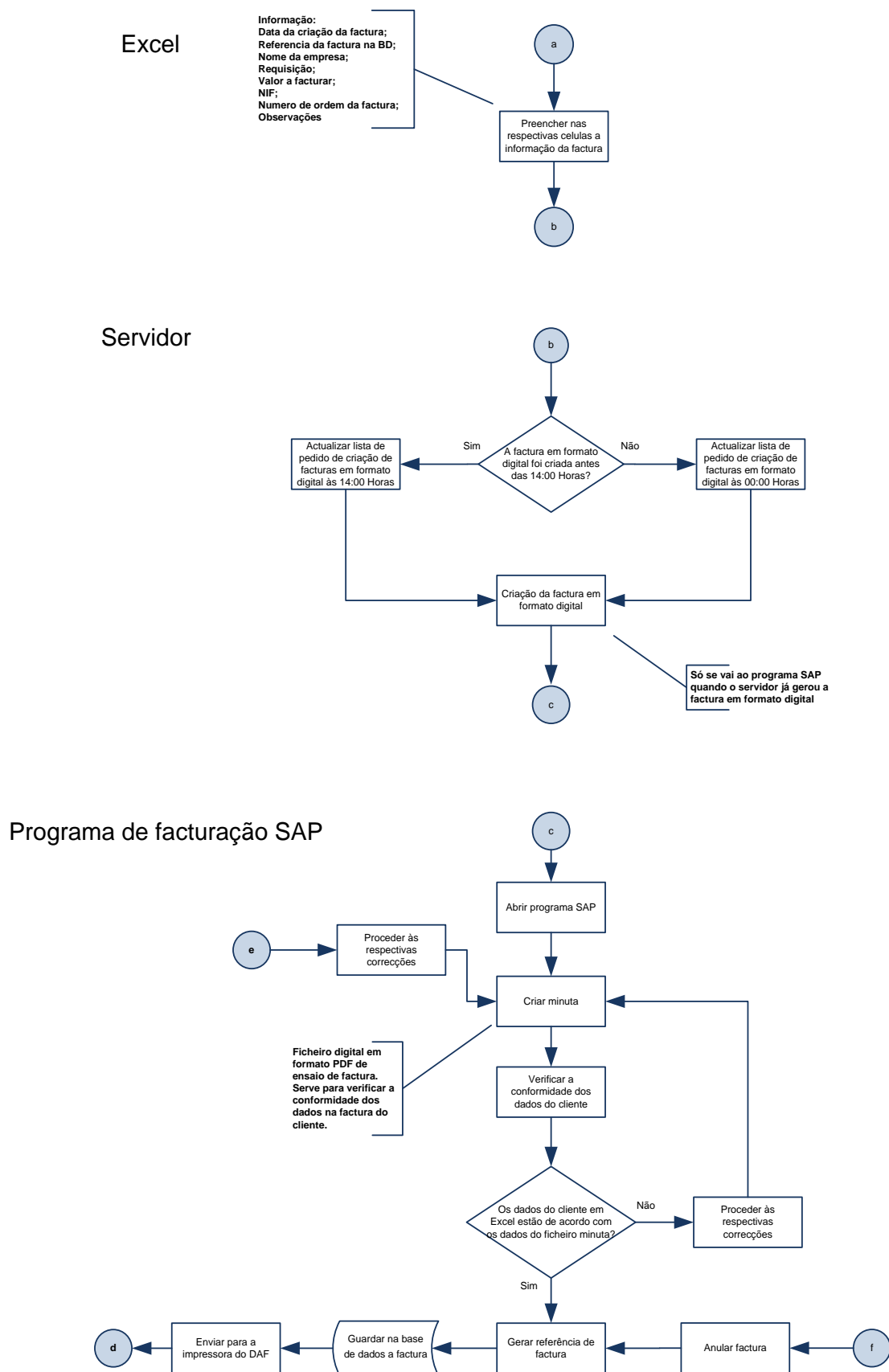


Figura 9.5 - Fluxograma do processo de facturação (continuação)

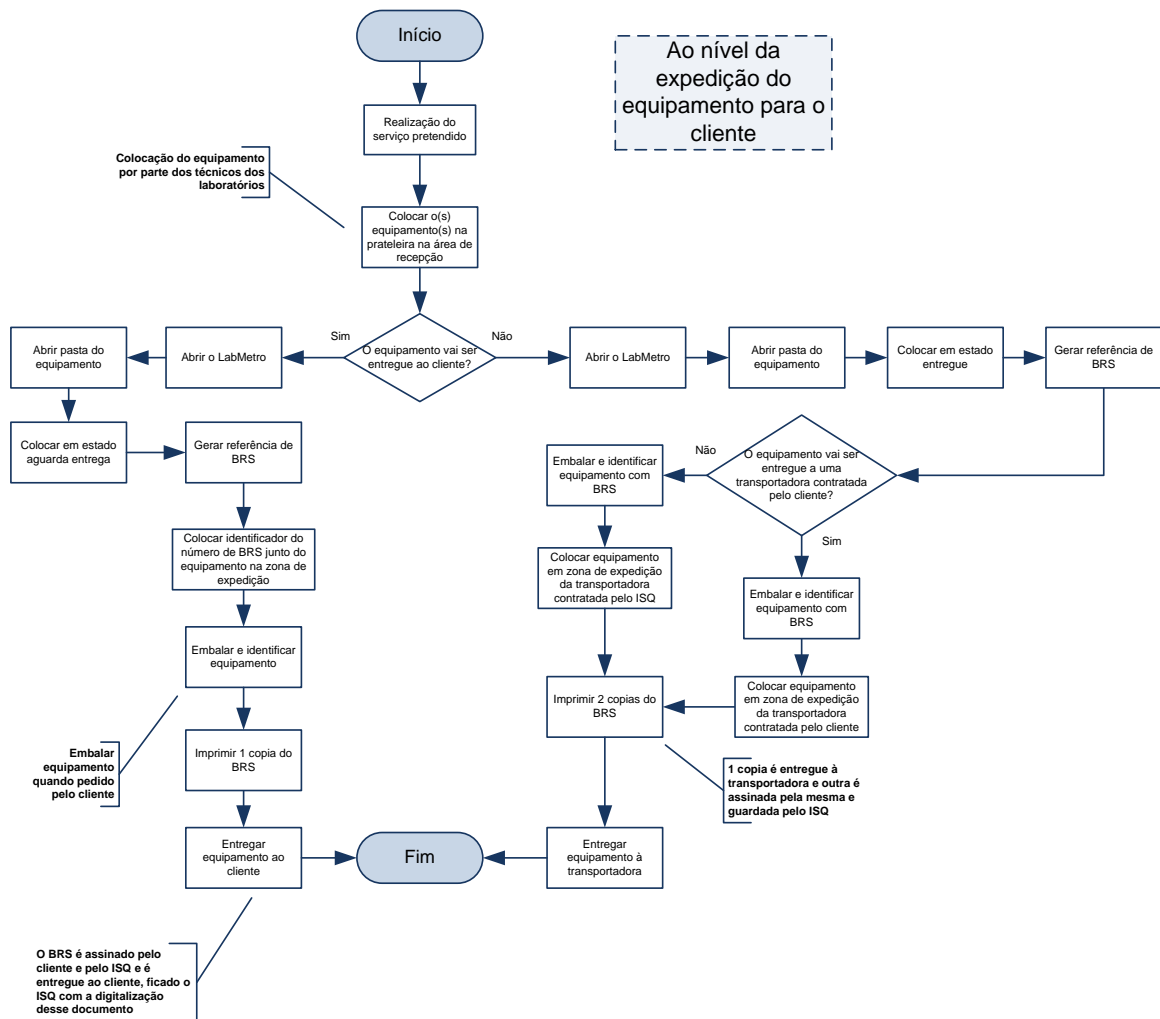


Figura 9.6 - Fluxograma do processo da expedição do equipamento

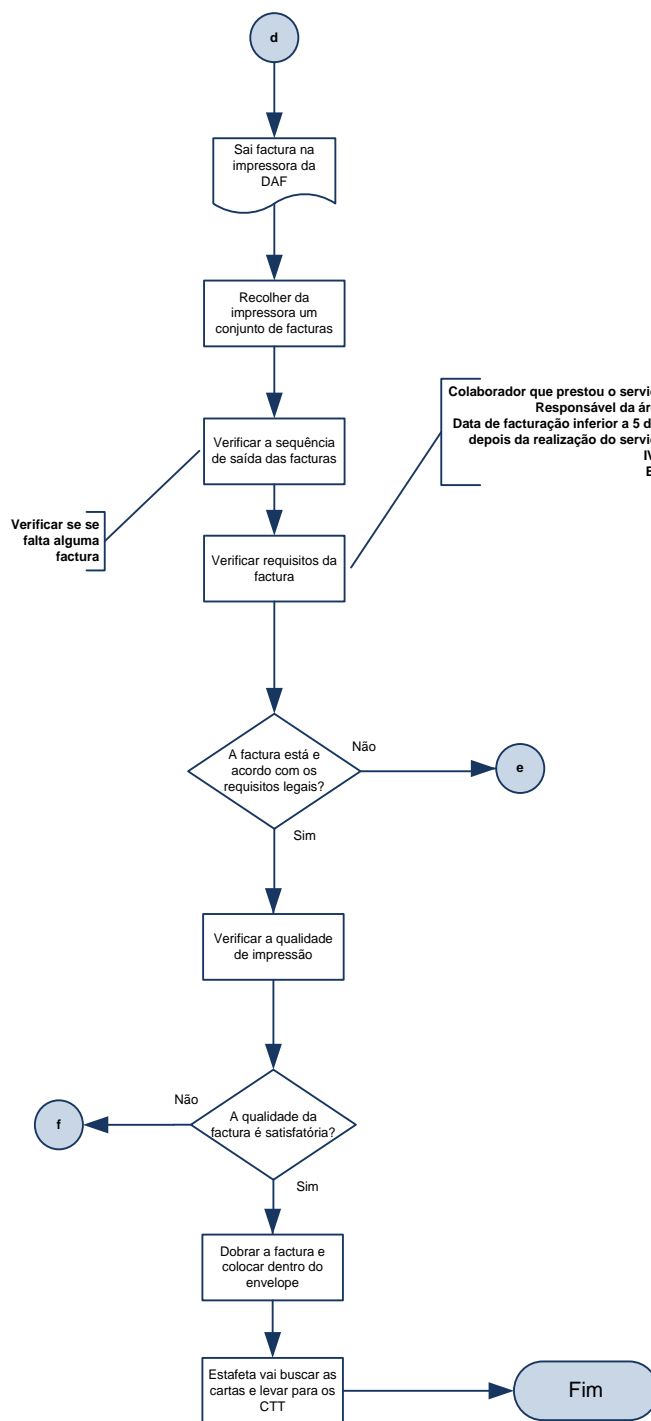


Figura 9.7 - Fluxograma do processo da DAF

Apêndice II – Amostra da determinação do nível sigma

Tabela 9.1 - Quantificação das ocorrências de facturas reclamadas na amostra

		CTQ 1							CTQ 2								CTQ 3						
		Extraviado				Outros motivos			Valor facturado incorrecto						Requisição		Nome de cliente errado						
	Número da factura	Rua/Avenida/Praceta	Prédio/andar/apartado/bloco	Código postal	Localidade	Erro do cliente	Extravio Interno	Extravio da transportadora (CTT)	Valor unitário	Valor intercalar	Quantidade	Descrição do equipamento/serviço	Taxa de desconto	Valor total sem taxa de IVA	Taxa de IVA	Valor total com taxa de IVA	Não existe requisição	Valor orçamentado	Nome ou designação social da empresa	Número de contribuinte ou de ident. fiscal	Número do cliente do ISQ	Outros	Factura não reclamada
1	2000042405																						x
2	2000042855																						x
3	2000042964																						x
4	2000043024																						x
5	2000043134																						x
6	2000043454																						x
7	2000043609																						x
8	2000044804																						x
9	2000044817																						x
10	2000044858																				x		
11	2000045031																						x
12	2000045033																						x
13	2000045056																						x
14	2000045211																				x		
15	2000045271									x		x											
16	2000045311																						x
17	2000047220	x																					
18	2000045324																						x
19	2000045524																						x
20	2000045614																						x
21	2000046408																						x
22	2000046525					x												x					
23	2000046560																						x
24	2000046561																						x
25	2000051925																						x
26	2000046910																	x					
27	2000046935																						x
28	2000046954																						x

29	2000046997																			x	
30	2000047247																				X
31	2000047290																				X
32	2000047333																				X
33	2000047483																				X
34	2000047873																				X
35	2000047939																				X
36	2000047972																				X
37	2000048004																				X
38	2000048053																				X
39	2000048140																				X
40	2000048421																				X
41	2000048437																				X
42	2000048505																				X
43	2000048506																				X
44	2000048835																				X
45	2000049244																				X
46	2000049276																				X
47	2000049454																				X
48	2000049519																				X
49	2000049627																				X
50	2000049644																				X
51	2000049755																				X
52	2000049759																				X
53	2000049899																				X
54	2000049906																				X
55	2000050018																				X
56	2000050070																				X
57	2000050173																				X
58	2000050190																				X
59	2000050226																				X
60	2000050416																				X
61	2000050695																				X
62	2000050701																				X
63	2000050741																				X
64	2000050966																				X
65	2000051703																				X
66	2000051925																				X
67	2000052038																				

[illegible]

121	2000058213																					X
122	2000058286																					X
123	2000059269																					X
124	2000059327																					X
125	2000059385																					X
126	2000059692																					X
127	2000060149																					X
128	2000060275																					X
129	2000060351																					X
130	2000060381																					X
131	2000060591																					X
132	2000060671										X					X						
133	2000061170																					X
134	2000061383										X					X						
135	2000062054																					X
136	2000062254																					X
137	2000062281																					X
138	2000062315																					X
139	2000062323																					X
140	2000062354																					X
141	2000062437																					X
142	2000062498																					X
143	2000062711																					X
144	2000062795																					X
145	2000062820																					X
146	2000062896																					X
147	2000062974																					X
148	2000062981																					X
149	2000062991																					X
150	2000063015																					X
151	2000063078																					X
152	2000063418																					X
153	2000064439																					X
154	2000064648																					X
155	2000064660																					X
156	2000064713																					X
157	2000064798								X	</												

167	2000065488																					X	
168	2000065587																					X	
169	2000065607																					X	
170	2000065724																					X	
171	2000065733																					X	
172	2000065825																					X	
173	2000065920																					X	
174	2000065937																					X	
175	2000065984																					X	
176	2000067389																					X	
177	2000067568																					X	
178	2000067588																					X	
179	2000067830																					X	
180	2000067956																					X	
181	2000067997																					X	
182	2000068045																					X	
183	2000068047																					X	
184	2000068055																					X	
185	2000068205																					X	
186	2000068316																					X	
187	2000068332																					X	
188	2000068481																					X	
189	2000068510																					X	
190	2000068611																					X	
191	2000069570																					X	
192	2000069672																					X	
193	2000069698																					X	
194	2000069752																					X	
195	2000069762																					X	
196	2000069815																					X	
197	2000069858																					X	
198	2000069916																					X	
199	2000070108																					X	
200	2000070113																					X	
Subtotal		2	0	0	0	3	0	0	1	0	1	0	3	0	0	0	0	4	0	0	0	4	187
Total		5					9							0				4	187				

Apêndice III – Tabela da Distribuição Normal Reduzida

Z	0,00	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0,0	0,5000	0,4980	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3632	0,3594	0,3557	0,3520	0,3483
0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2236	0,2206	0,2177	0,2148
0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
1,0	0,1587	0,1562	0,1539	0,1515	0,1492	0,1469	0,1446	0,1423	0,1401	0,1379
1,1	0,1357	0,1335	0,1314	0,1292	0,1271	0,1251	0,1230	0,1210	0,1190	0,1170
1,2	0,1151	0,1131	0,1112	0,1093	0,1075	0,1056	0,1038	0,1020	0,1003	0,0985
1,3	0,0968	0,0951	0,0934	0,0918	0,0901	0,0885	0,0869	0,0853	0,0838	0,0823
1,4	0,0808	0,0793	0,0778	0,0764	0,0749	0,0735	0,0721	0,0708	0,0694	0,0681
1,5	0,0668	0,0655	0,0643	0,0630	0,0618	0,0606	0,0594	0,0582	0,0571	0,0559
1,6	0,0548	0,0537	0,0526	0,0516	0,0505	0,0495	0,0485	0,0475	0,0465	0,0455
1,7	0,0446	0,0436	0,0427	0,0418	0,0409	0,0401	0,0392	0,0384	0,0375	0,0367
1,8	0,0359	0,0351	0,0344	0,0336	0,0329	0,0322	0,0314	0,0307	0,0301	0,0294
1,9	0,0287	0,0281	0,0274	0,0268	0,0262	0,0256	0,0250	0,0244	0,0239	0,0233
2,0	0,0228	0,0222	0,0217	0,0212	0,0207	0,0202	0,0197	0,0192	0,0188	0,0183
2,1	0,0179	0,0174	0,0170	0,0166	0,0162	0,0158	0,0154	0,0150	0,0146	0,0143
2,2	0,0139	0,0136	0,0132	0,0129	0,0125	0,0122	0,0119	0,0116	0,0113	0,0110
2,3	0,0107	0,0104	0,0102	0,0099	0,0096	0,0094	0,0091	0,0089	0,0087	0,0084
2,4	0,0082	0,0080	0,0078	0,0075	0,0073	0,0071	0,0069	0,0068	0,0066	0,0064
2,5	0,0062	0,0060	0,0059	0,0057	0,0055	0,0054	0,0052	0,0051	0,0049	0,0048
2,6	0,0047	0,0045	0,0044	0,0043	0,0041	0,0040	0,0039	0,0038	0,0037	0,0036
2,7	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0031	0,0030	0,0029	0,0028	0,0027	0,0026
2,8	0,0025	0,0024	0,0024	0,0023	0,0022	0,0021	0,0021	0,0020	0,0019	0,0019
2,9	0,0018	0,0018	0,0017	0,0016	0,0016	0,0015	0,0015	0,0014	0,0014	0,0013
3,0	0,0013	0,0013	0,0012	0,0012	0,0011	0,0011	0,0011	0,0010	0,0010	0,0010
3,1	0,0009	0,0009	0,0009	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007
3,2	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
3,3	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003
3,4	0,0003	0,0003	0,0003	0,0003	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
3,5	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3,6	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
3,7	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3,8	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
3,9	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4,0	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
4,1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

$$S(x) = 1 - F(x) = P(X > x)$$

Figura 9.8 - Tabela da Distribuição Normal Reduzida